

ULC SC2  
P20<sup>(1)</sup>

W. Passchier-Vermeer

---

GEHOORSCHADE DOOR LAWAAI

II

Methoden om op individueel en groepsniveau  
gebruik te maken van het verband tussen  
lawaai en gehoorschade door lawaai.

BIBLIOTHEEK NEDERLANDS INSTITUUT  
VOOR PRAEVENTIEVE GEZONDHEIDSZORG TNO  
POSTBUS 124, 2300 AC LEIDEN

IBIS STAMBOECKNUMMER: 2715/000

---

Nederlands Instituut voor Praeventieve Gezondheidszorg TNO

Leiden

augustus 1986

Nederlands Instituut voor  
Praeventieve Gezondheidszorg TNO  
Wassenaarseweg 56 Leiden

Postadres:  
Postbus 124  
2300 AC Leiden

Telefoon: 071 - 178 888

© 1987 Nederlands Instituut voor Praeventieve Gezondheidszorg TNO  
Publicatienummer 87033

Voor de rechten en verplichtingen van de opdrachtgever met betrekking tot de inhoud van dit rapport wordt verwezen naar de Algemene Voorwaarden van TNO.

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, openbaar gemaakt, en/of verspreid door middel van druk, fotocopie, microfilm of op welke wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van het NIPG-TNO.

# INHOUD

blz.

|    |  |    |
|----|--|----|
|    | VOORWOORD . . . . .  |    |
|    | SAMENVATTING . . . . .   | I  |
| 1. | INLEIDING . . . . .  | 1  |
| 2. | SCHATTING VAN DE VERDELING VAN DE GEHOORDREMPELS VAN GROEPEN MANNEN EN GROEPEN VROUWEN . . . . . | 2  |
| 3. | CONSEQUENTIES VOOR DE BEOORDELING VAN HET INDIVIDUELE AUDIOGRAM . . . . .                        | 16 |
| 4. | VERANTWOORDING . . . . .   | 20 |
|    | REFERENTIES . . . . .  | 21 |
|    | RAPPORTEN EN PUBLICATIES IN HET KADER VAN HET PROJECT . . . . .                                  | 23 |

## VOORWOORD

Zoals bekend vindt blootstelling aan lawaai in de arbeidssituatie op grote schaal plaats. Ondanks de bekendheid van dit probleem worden nog onvoldoende maatregelen getroffen, gericht op preventie van gezondheidsschade als gevolg hiervan. Dit geldt zowel voor maatregelen gericht op lawaaibestrijding als voor maatregelen gericht op bescherming en bewaking van de gezondheid van de werkende mens. Het NIPG/TNO houdt zich vanuit de invalshoek van preventie bezig met de relatie lawaai en gezondheid. Hierbij wordt getracht door middel van wetenschappelijk onderzoek en het beproeven en helpen toepassen van de resultaten hiervan in de bedrijfsgezondheidszorg een bijdrage te leveren aan de oplossing van dit probleem. In het kader van het Project Preventie Gehoorschade wordt gewerkt aan de ontwikkeling van in de praktijk toepasbare integrale gehoorbeschermingsprogramma's. Dit project wordt uitgevoerd in het kader van het onderzoeksprogramma Lawaai op de Arbeidsplaats van de Interdepartementale Commissie Geluidhinder, in opdracht van het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid.

In het kader van het project zijn in de periode 1982 tot 1987 een 30-tal Nederlandstalige publicaties en rapporten uitgebracht, waarvan dit rapport er één is. Een overzicht van de publicaties treft u aan het eind van dit rapport aan. Tevens is, op basis van de rapporten, een handleiding over integrale gehoorbeschermingsprogramma's, bestemd voor de bedrijfsgezondheidszorg, opgesteld.

Deze handleiding is vooral van belang voor diegenen die in de praktijk betrokken zijn bij de preventie van gehoorschade door lawaai.

Dr. C.L. Ekkers  
onderdirecteur  
NIPG-TNO

## SAMENVATTING

In dit rapport wordt stapsgewijs aangegeven hoe een schatting gemaakt kan worden van de verdeling van de gehoordrempels van groepen mannen en van groepen vrouwen, die tijdens hun arbeid in lawaai werken. Bij de schatting wordt daarbij uitgegaan van het lawaaiexpositieniveau waarin gewerkt wordt, de gemiddelde expositietijd (in jaren), de gemiddelde leeftijd, of een selectie naar schone gehooranamnese heeft plaatsgevonden en of bij lawaaiexpositieniveaus van 75 tot 80 dB(A) een selectie naar schone lawaaianamnese heeft plaatsgevonden.

Gezien de grote spreiding in de gehoorverliezen die het gevolg zijn van veroudering is het bij het beoordelen van het audiogram van een in lawaai werkend persoon gecompliceerd om het effect van de expositie aan lawaai vast te stellen. In het rapport wordt een beoordelingsschema gegeven met betrekking tot het individuele audiogram van een aan lawaai geëxponeerde werknemer(ster), die geen andere duidelijke aanwijsbare redenen tot gehoorschade heeft dan lawaaiexpositie en veroudering. Het schema berust op het gehoorverlies, gemiddeld bij 2000, 3000, 4000 en 6000 Hz en geeft als functie van de leeftijd een kwalitatieve beoordeling van het mogelijke effect door lawaai; in termen van geen effect door lawaai, waarschijnlijk geen, waarschijnlijk wel en zeker een effect door lawaai.

1. INLEIDING

In het NIPG-TNO-Rapport "gehoorschade door lawaai" (Passchier-Vermeer, 1986) is een analyse gepresenteerd van onderzoekgegevens ter bepaling van de relatie tussen lawaai en gehoorschade door lawaai.

In dit rapport wordt het resultaat van de analyse op twee manieren gebruikt. Ten eerste wordt aangegeven op welke wijze een schatting gemaakt kan worden van de gehoordrempels van groepen aan lawaai geëxponeerde werknemers/sters. Ten tweede wordt nagegaan wat de consequenties zijn van de analyseresultaten in verband met de beoordeling van het individuele audiogram van een aan lawaai geëxponeerde werknemer/ster. Beide facetten kunnen worden gebruikt in een integraal gehoorbeschermingsprogramma. Bij het adviseren van de bedrijfsleiding kunnen de eerste resultaten gebruikt worden en bij een bespreking van het audiogram met de werknemer/ster de laatstgenoemde gegevens.

2.       SCHATTING VAN DE VERDELING VAN DE GEHOORDREMPELS VAN GROEPEN  
MANNEN EN GROEPEN VROUWEN

Voor groepen mannen en groepen vrouwen kunnen de gehoordrempels geschat worden, als het volgende bekend is:

- lawaaiexpositieniveau waarin gewerkt is (L(EX) in dB(A));
- gemiddelde expositietijd (T in jaren);
- gemiddelde leeftijd (L in jaren);
- of een selectie naar schone gehooranamnese heeft plaatsgevonden;
- bij L(EX)-waarden van 75 en van 80 dB(A) of een selectie naar schone lawaaianamnese heeft plaatsgevonden.

Het resultaat kan bijvoorbeeld gebruikt worden om, zonder het verrichten van gehoormetingen bij een bepaalde populatie werknemers in een bepaalde arbeidssituatie, inzicht te hebben in de gehoordrempels van deze populatie.

De schattingen kunnen ook gebruikt worden voor het vaststellen van grenswaarden.

Aan het eind van dit hoofdstuk is een stroomschema gegeven, waaruit de uit te voeren stappen kunnen worden vastgesteld, afhankelijk van de kenmerken van de gekozen populatie/arbeidssituatie.

Bij de schatting wordt uitgegaan van de volgende formule:

$$H=A+N-\frac{A N}{120} \quad (A,N,H \text{ in dB})$$

waarbij H de gehoordrempel is;

A het gehoorverlies dat gekoppeld is aan de leeftijd;

N het gehoorverlies dat ontstaat bij expositie aan lawaai, bij afwezigheid van andere effecten op de gehoordrempel.

De formule geldt voor overeenkomstige fractielen. De fractielen worden als overschrijdingsfractielen aangegeven:  $H_{0,10}$  is het symbool voor de gehoordrempel die juist wordt overschreden door 10% van de populatie.

De gehoordrempels kunnen als volgt stapsgewijs geschat worden. De methode geldt voor expositietijden van 10 jaar en langer.

stap 1: Bepaal de N-waarden, gebruik makend van de tabellen 1 en 2.

In tabel 1 zijn voor expositietijden van 10 en 40 jaar de N-waarden gegeven voor de fractielen 0,90, 0,75, 0,50, 0,25 en 0,10. Voor expositie tijden tussen 10 en 40 jaar kan een lineaire interpolatie plaatsvinden voor alle fractielwaarden, behalve voor  $N_{0,10}$  en  $N_{0,25}$  bij L(EX)-waarden van 90 en 95 dB(A) voor de frequenties 3000, 4000 en 6000 Hz.

In tabel 2 zijn deze  $N_{0,10}$  en  $N_{0,25}$ -waarden gegeven voor expositietijden van 10, 20, 30 en 40 jaar. In de desbetreffende gevallen kan voor tussenliggende expositietijden eveneens met tabel 2 lineair geïnterpo- leerd worden. De N-waarden zijn voor groepen mannen en groepen vrouwen gelijk.

V.b.: Wat is  $N_{0,10}$  bij 2000 Hz, 90 dB(A) en T=22 jaar?  $N_{0,10}$  bij 2000 Hz, 90 dB(A) en T=10 is gelijk aan 6 dB,  $N_{0,10}$  bij dezelfde frequentie en hetzelfde lawaaixpositieniveau en T=40 is gelijk aan 13 dB. Stellen we het verschil tussen  $N_{0,10}$  (T=40) en  $N_{0,10}$  (T=10) gelijk aan v, dan is v in dit geval 7 dB.

$N_{0,10}$  (T= $T_1$ ) is dan gelijk aan  $N_{0,10}$  (T=10) +  $\frac{T_1-10}{30} \cdot v$ , d.w.z. voor  $T_1=22$  jaar is  $N_{0,10}$  (T=22) gelijk aan 9 dB.

stap 2: Bepaal de A-waarden, gebruik makend van tabel 3.

In tabel 3 zijn voor groepen mannen en voor groepen vrouwen de A-waarden gegeven voor de fractielen 0,90, 0,75, 0,50, 0,25 en 0,10. Voor tussen- liggende leeftijden kan lineaire interpolatie plaatsn.

V.b.: Wat is  $A_{0,10}$  voor 6000 Hz bij een leeftijd van 54 jaar?  $A_{0,10}$  voor 6000 Hz en L=50 is gelijk aan 41 dB;  $A_{0,10}$  bij de- zelfde frequentie en L=60 is gelijk aan 62 dB. Stellen we het verschil tussen  $A_{0,10}$  (L=60) en  $A_{0,10}$  (L=50) gelijk aan v dan is

$A_{0,10}$  (L= $L_1$ ) gelijk aan  $A_{0,10}$  (L=50) +  $\frac{L_1-50}{10} \cdot v$ , d.w.z. voor  $L_1=54$  is  $A_{0,10}$  (L=54) gelijk aan 49 dB.

stap 3: Bepaal de H-waarden.

Bij het bepalen van de H-waarden wordt voor overeenkomstige fractielen gebruik gemaakt van de formule  $H=A+N-\frac{A \cdot N}{120}$ .



De aldus verkregen H-waarden zijn de gehoordrempels van groepen mannen of vrouwen met een schone gehooranamnese en voor de lawaaiepositieniveaus van 75 en 80 dB(A) tevens met een schone lawaaianamnese.

stap 4: Corrigeer in geval van L(EX)-waarden van 75 tot 80 dB(A) de in stap 3 bepaalde H-waarden in verband met lawaaieposities in vroegere werkring(en).

Als een schatting gemaakt moet worden van een groep mannen of vrouwen die thans in een lawaaiepositieniveau van 75 of 80 dB(A) werken en er is geen selectie gemaakt naar een schone lawaaianamnese, dan kan de toename in de H-waarden door vroegere exposities geschat worden uit tabel 4. Deze waarden worden opgeteld bij de in stap 3 verkregen H-waarden.

stap 5: Corrigeer de in stap 3 en 4 bepaalde H-waarden, als geen selectie naar een schone gehooranamnese heeft plaatsgevonden.

Als in het betreffende geval geen selectie naar een schone gehooranamnese heeft plaatsgevonden, dan kunnen de betreffende H-waarden uit stap 3 (of 4) gecorrigeerd worden met behulp van tabel 5. De resulterende H-waarden hebben dan betrekking op groepen mannen en vrouwen, die niet geselecteerd zijn naar een schone gehoor- en lawaaianamnese.

N.B. Het verdient aanbeveling om de in de tussenstappen berekende H, A en N-waarden af te ronden op één plaats na de komma en het eindresultaat in gehele decibellen.

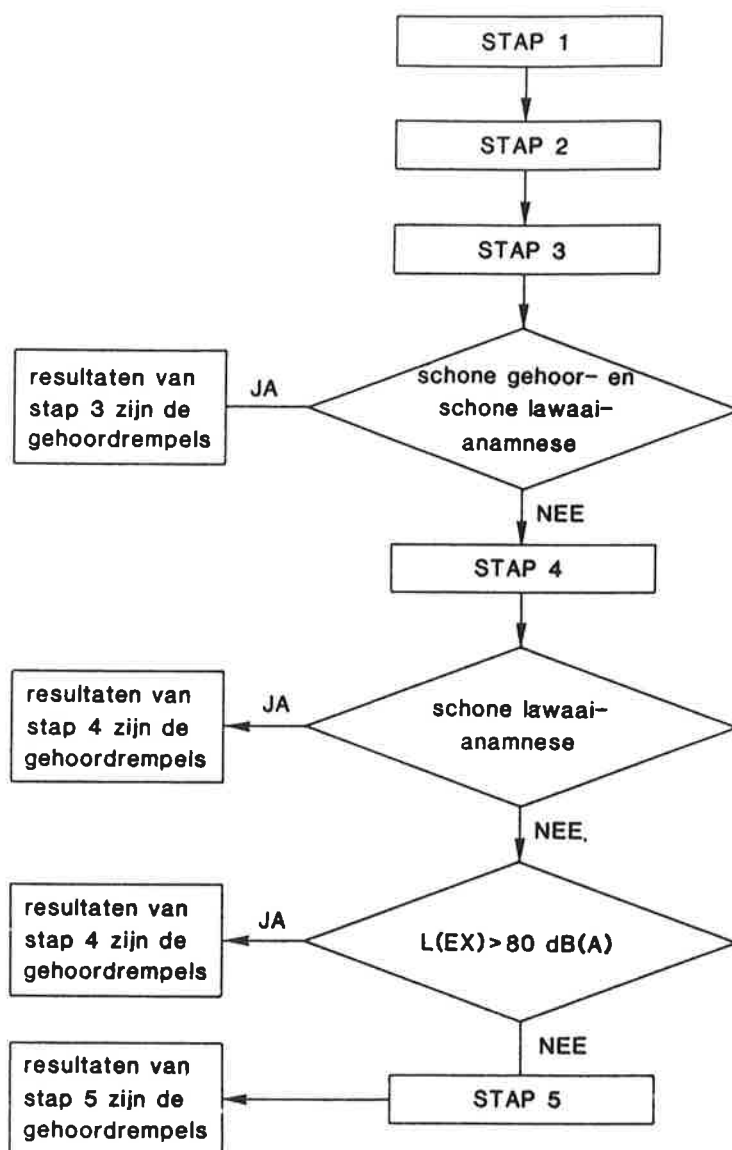
De aldus bepaalde H-waarden kunnen als een schatting in integrale gehoorbeschermingsprogramma's gebruikt worden, onder meer in het kader van voorlichting aan de werknemers (vertegenwoordiging) en in het advies aan directies van bedrijven.

Ter illustratie zijn in figuur 1 en 2 de N-waarden uitgezet als functie van L(EX) voor expositietijden van 10 en 40 jaar en in de figuren 3, 4, 5 en 6 zijn de verdelingen van de gehoordrempels van diverse groepen mannen uitgezet als functie van de frequentie. Deze zogenaamde groeps-

audiogrammen zijn gegeven voor lawaaiexpositieniveaus van 80 en 95 dB(A), expositietijden van 10 en 40 jaar, leeftijden van 30 en 60 jaar en voor zowel geselecteerde als ongeselecteerde groepen.

In het onderstaande is een stroomschema gegeven om voor bepaalde groepen te komen tot schatting van de bijbehorende gehoordrempels.

Schema 1.



Tabel 1. N-waarden (in dB) voor expositietijden van 10 en 40 jaar bij lawaaioxpositieniveaus van 75, 80, 85, 90 en 95 dB(A).

| Frequentie<br>in hertz | T=10 jaar      |    |    |    |    | T=40 jaar      |    |    |    |    |
|------------------------|----------------|----|----|----|----|----------------|----|----|----|----|
|                        | L(EX) in dB(A) |    |    |    |    | L(EX) in dB(A) |    |    |    |    |
|                        | 75             | 80 | 85 | 90 | 95 | 75             | 80 | 85 | 90 | 95 |
| 500                    | 0              | 0  | 0  | 0  | 1  | 0              | 0  | 0  | 0  | 1  |
| 1000                   | 0              | 0  | 0  | 0  | 2  | 0              | 0  | 0  | 0  | 3  |
| 2000                   | 0              | 0  | 0  | 1  | 3  | 0              | 0  | 0  | 2  | 3  |
| 3000                   | 0              | 0  | 1  | 2  | 3  | 0              | 0  | 1  | 2  | 4  |
| 4000                   | 0              | 0  | 2  | 2  | 3  | 0              | 0  | 2  | 3  | 4  |
| 6000                   | 0              | 3  | 4  | 4  | 4  | 0              | 4  | 6  | 9  | 12 |
| 500                    | 0              | 1  | 1  | 1  | 2  | 0              | 1  | 1  | 1  | 2  |
| 1000                   | 0              | 0  | 1  | 1  | 2  | 0              | 0  | 1  | 1  | 4  |
| 2000                   | 0              | 0  | 1  | 1  | 3  | 0              | 0  | 1  | 3  | 6  |
| 3000                   | 0              | 0  | 1  | 2  | 4  | 0              | 0  | 2  | 5  | 8  |
| 4000                   | 0              | 1  | 3  | 4  | 5  | 0              | 2  | 4  | 7  | 9  |
| 6000                   | 0              | 4  | 5  | 6  | 6  | 0              | 5  | 8  | 11 | 16 |
| 500                    | 0              | 2  | 2  | 2  | 2  | 0              | 2  | 2  | 2  | 3  |
| 1000                   | 0              | 0  | 1  | 1  | 3  | 0              | 0  | 1  | 1  | 4  |
| 2000                   | 0              | 0  | 1  | 2  | 3  | 0              | 0  | 2  | 4  | 8  |
| 3000                   | 0              | 0  | 2  | 3  | 5  | 0              | 0  | 3  | 7  | 12 |
| 4000                   | 0              | 2  | 4  | 5  | 7  | 0              | 3  | 7  | 10 | 15 |
| 6000                   | 0              | 4  | 6  | 7  | 8  | 0              | 7  | 10 | 13 | 19 |
| 500                    | 0              | 3  | 3  | 4  | 4  | 0              | 3  | 4  | 4  | 4  |
| 1000                   | 0              | 1  | 2  | 2  | 4  | 0              | 1  | 2  | 2  | 6  |
| 2000                   | 0              | 1  | 2  | 4  | 6  | 0              | 2  | 4  | 9  | 16 |
| 3000                   | 0              | 3  | 5  | 6  | 7  | 0              | 5  | 10 | 16 | 25 |
| 4000                   | 0              | 3  | 7  | 8  | 11 | 0              | 6  | 14 | 22 | 23 |
| 6000                   | 0              | 6  | 9  | 10 | 12 | 0              | 10 | 19 | 29 | 44 |
| 500                    | 0              | 4  | 5  | 5  | 5  | 0              | 4  | 6  | 6  | 6  |
| 1000                   | 0              | 2  | 3  | 3  | 5  | 0              | 2  | 4  | 4  | 7  |
| 2000                   | 0              | 2  | 4  | 6  | 9  | 0              | 4  | 7  | 13 | 24 |
| 3000                   | 0              | 5  | 9  | 10 | 10 | 0              | 9  | 18 | 25 | 37 |
| 4000                   | 0              | 4  | 9  | 11 | 16 | 0              | 9  | 22 | 34 | 51 |
| 6000                   | 0              | 7  | 12 | 14 | 17 | 0              | 12 | 29 | 46 | 70 |

Tabel 2.  $N_{0,25}$  en  $N_{0,10}$ -waarden (in dB) voor expositietijden van 10, 20, 30 en 40 jaar bij lawaaiexpositieniveaus van 90 en 95 dB(A).

| Frequentie<br>in hertz | L(EX)=90 dB(A) |            |    |    |            | L(EX)=95 dB(A) |    |            |    |
|------------------------|----------------|------------|----|----|------------|----------------|----|------------|----|
|                        | 10             | T in jaren |    |    |            | 10             | 20 | T in jaren |    |
|                        |                | 20         | 30 | 40 |            |                | 30 | 40         |    |
| 3000                   | 7              | 10         | 13 | 17 | $N_{0,25}$ | 8              | 14 | 19         | 25 |
| 4000                   | 10             | 16         | 21 | 28 |            | 14             | 22 | 31         | 43 |
| 6000                   | 12             | 19         | 27 | 38 |            | 15             | 27 | 40         | 58 |
| 3000                   | 10             | 15         | 20 | 25 | $N_{0,10}$ | 10             | 20 | 28         | 37 |
| 4000                   | 11             | 18         | 24 | 34 |            | 16             | 25 | 35         | 51 |
| 6000                   | 14             | 22         | 30 | 46 |            | 17             | 31 | 45         | 70 |

Tabel 3. A-waarden (in dB) voor leeftijden van 30, 40, 50 en 60 jaar bij mannen en vrouwen.

| Frequentie<br>in hertz | Mannen     |    |    |    |                   | Vrouwen    |    |    |    |
|------------------------|------------|----|----|----|-------------------|------------|----|----|----|
|                        | L in jaren |    |    |    |                   | L in jaren |    |    |    |
|                        | 30         | 40 | 50 | 60 |                   | 30         | 40 | 50 | 60 |
| 500                    | -6         | -5 | -4 | -3 | A <sub>0,90</sub> | -6         | -5 | -4 | -3 |
| 1000                   | -6         | -5 | -4 | -2 |                   | -6         | -5 | -4 | -2 |
| 2000                   | -7         | -6 | -4 | -1 |                   | -6         | -5 | -3 | -1 |
| 3000                   | -7         | -5 | -2 | 3  |                   | -7         | -5 | -3 | 0  |
| 4000                   | -7         | -4 | 0  | 7  |                   | -7         | -6 | -3 | 1  |
| 6000                   | -8         | -5 | 0  | 8  |                   | -8         | -6 | -2 | 2  |
| 500                    | -3         | -2 | 0  | 2  | A <sub>0,75</sub> | -3         | -2 | 0  | 2  |
| 1000                   | -3         | -2 | 0  | 3  |                   | -3         | -2 | 0  | 3  |
| 2000                   | -3         | -2 | 2  | 6  |                   | -3         | -1 | 2  | 5  |
| 3000                   | -3         | 1  | 5  | 12 |                   | -3         | 0  | 3  | 7  |
| 4000                   | -3         | 2  | 8  | 18 |                   | -3         | -1 | 3  | 9  |
| 6000                   | -3         | 2  | 9  | 20 |                   | -3         | 0  | 5  | 12 |
| 500                    | 1          | 2  | 4  | 6  | A <sub>0,50</sub> | 1          | 2  | 4  | 6  |
| 1000                   | 1          | 2  | 4  | 7  |                   | 1          | 2  | 4  | 7  |
| 2000                   | 1          | 3  | 7  | 12 |                   | 1          | 3  | 6  | 11 |
| 3000                   | 2          | 6  | 12 | 20 |                   | 1          | 4  | 8  | 13 |
| 4000                   | 2          | 8  | 16 | 28 |                   | 1          | 4  | 9  | 16 |
| 6000                   | 3          | 9  | 18 | 32 |                   | 2          | 6  | 12 | 21 |
| 500                    | 5          | 7  | 9  | 12 | A <sub>0,25</sub> | 5          | 6  | 9  | 12 |
| 1000                   | 5          | 7  | 9  | 13 |                   | 5          | 6  | 9  | 13 |
| 2000                   | 6          | 9  | 14 | 21 |                   | 6          | 8  | 12 | 18 |
| 3000                   | 8          | 13 | 21 | 31 |                   | 6          | 10 | 15 | 22 |
| 4000                   | 8          | 16 | 27 | 42 |                   | 7          | 11 | 17 | 26 |
| 6000                   | 10         | 18 | 30 | 47 |                   | 8          | 14 | 22 | 33 |
| 500                    | 9          | 11 | 14 | 18 | A <sub>0,10</sub> | 9          | 11 | 14 | 18 |
| 1000                   | 9          | 11 | 14 | 19 |                   | 9          | 11 | 14 | 19 |
| 2000                   | 11         | 15 | 21 | 29 |                   | 10         | 13 | 18 | 25 |
| 3000                   | 13         | 19 | 29 | 42 |                   | 11         | 15 | 21 | 30 |
| 4000                   | 14         | 23 | 37 | 55 |                   | 12         | 17 | 25 | 35 |
| 6000                   | 16         | 26 | 41 | 62 |                   | 14         | 21 | 31 | 45 |

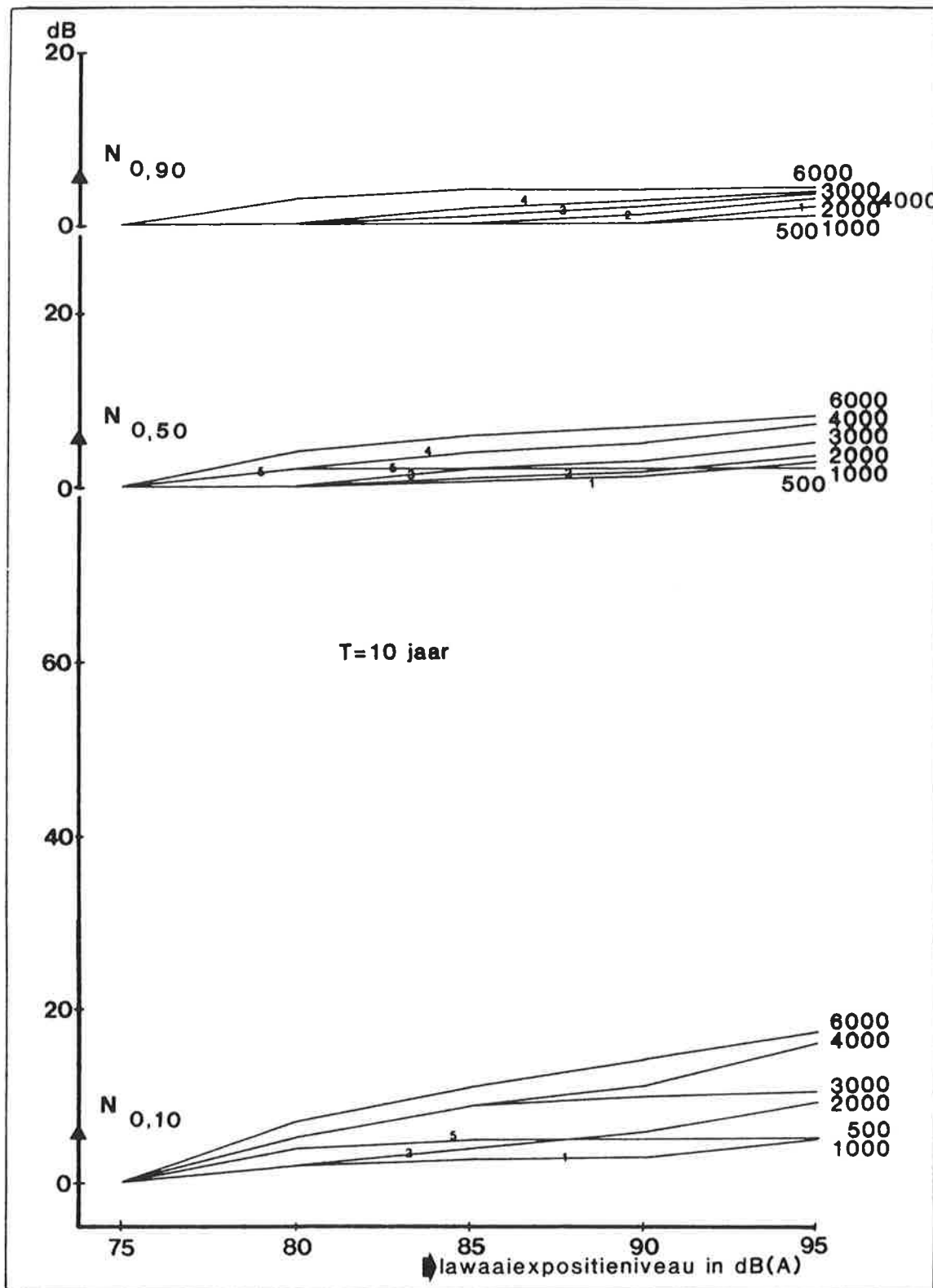
Tabel 4. Schatting van de toename van fractielwaarden van H ten gevolge van expositie aan lawaai in vorige werkring(en), voor groepen thans werkend in een lawaaiexpositieniveau van 75 dB(A) en van 80 dB(A).

| Frequentie<br>in hertz  | L(EX)<br>in dB(A) | Toename (in dB) in |                   |                   |                   |                   |
|-------------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                         |                   | H <sub>0,90</sub>  | H <sub>0,75</sub> | H <sub>0,50</sub> | H <sub>0,25</sub> | H <sub>0,10</sub> |
| 500)<br>1000)<br>2000)  | 75                | 1,1                | 1,1               | 1,1               | 1,9               | 2,6               |
| 3000)<br>4000)<br>6000) | 75                | 2,3                | 2,3               | 2,3               | 5,3               | 8,0               |
| 500)<br>1000)<br>2000)  | 80                | 0,5                | 0,5               | 0,5               | 0,9               | 1,3               |
| 3000)<br>4000)<br>6000) | 80                | 1,1                | 1,1               | 1,1               | 2,6               | 4,0               |

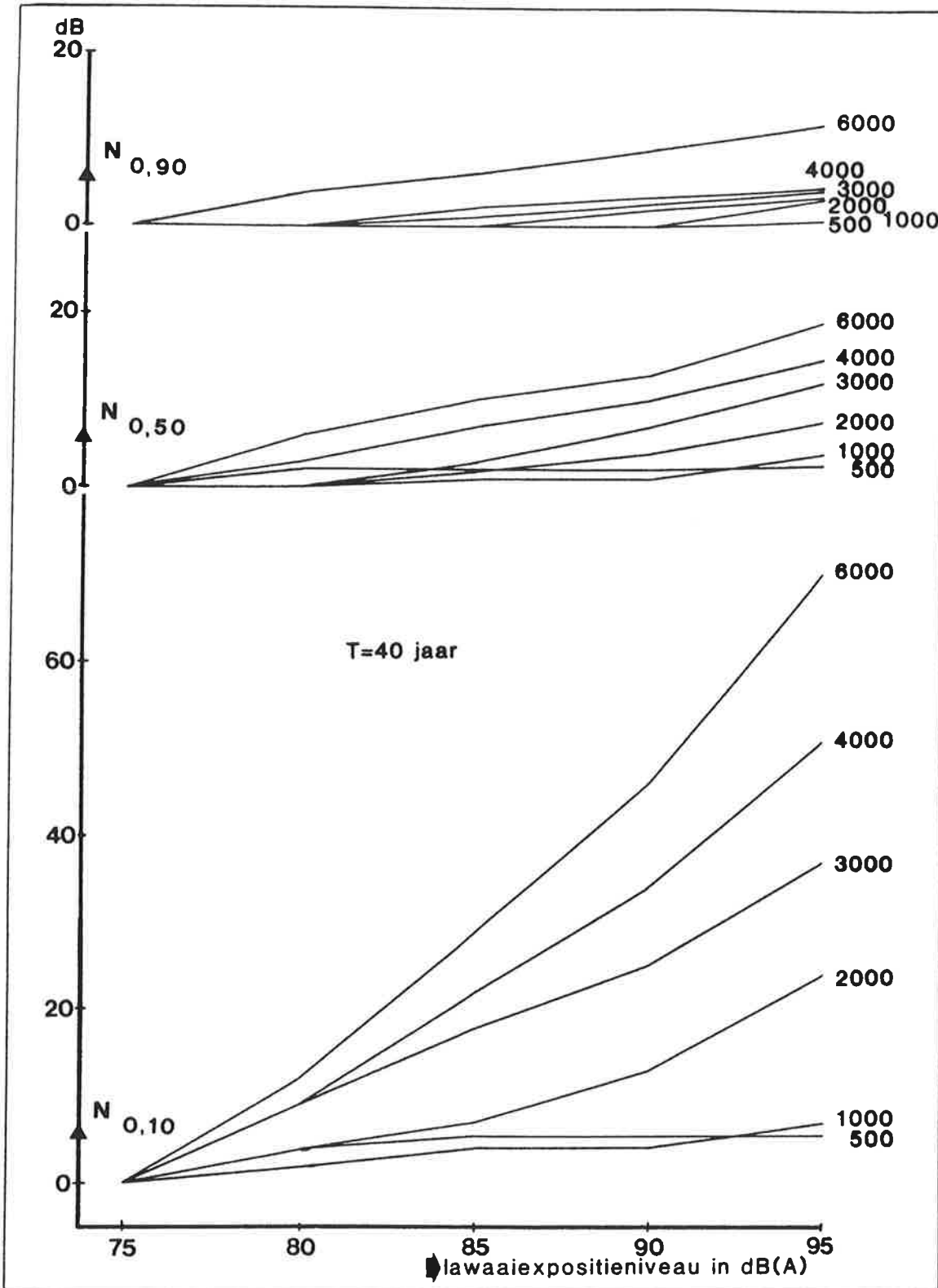
Tabel 5. Toename van fractielwaarden van H ten gevolge van het niet selecteren naar schone gehooranamnese. De toename is onafhankelijk van de leeftijd.

| Frequentie<br>in hertz  | Toename in        |                   |                   |                   |                   |
|-------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                         | H <sub>0,90</sub> | H <sub>0,75</sub> | H <sub>0,50</sub> | H <sub>0,25</sub> | H <sub>0,10</sub> |
| 500)<br>1000)<br>2000)  | 0,3               | 0,3               | 0,3               | 1,9               | 3,3               |
| 3000)<br>4000)<br>6000) | 0,8               | 0,8               | 0,8               | 3,2               | 5,4               |

Figuur 1.  $N_{0,10}$ ,  $N_{0,50}$  en  $N_{0,90}$  als functie van het lawaaiexpositieniveau voor een  
expositietijd van 10 jaar.



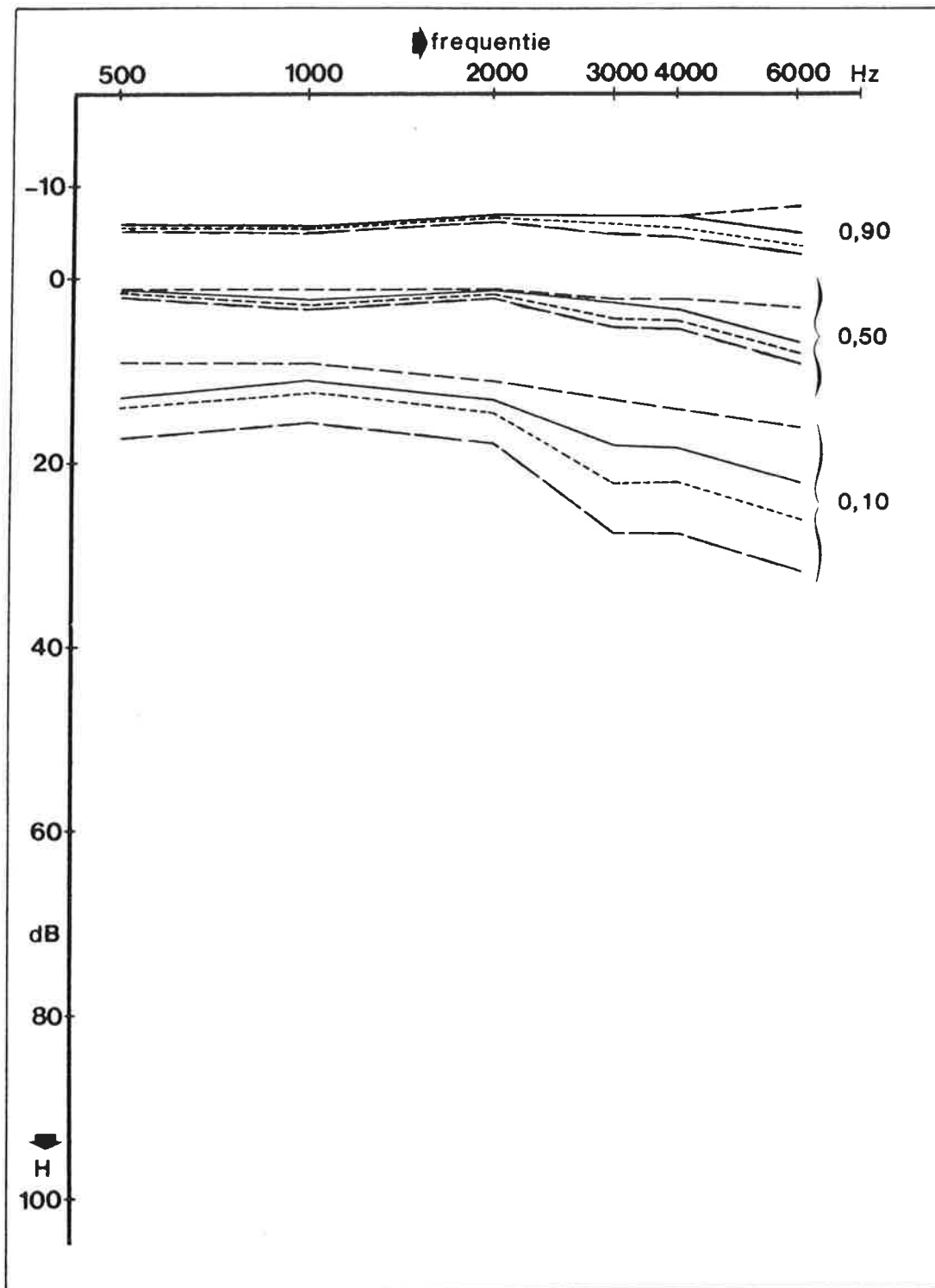
Figuur 2.  $N_{0,10}$ ,  $N_{0,50}$  en  $N_{0,90}$  als functie van het lawaaiepositieniveau voor een exposi-  
tietijd van 40 jaar.





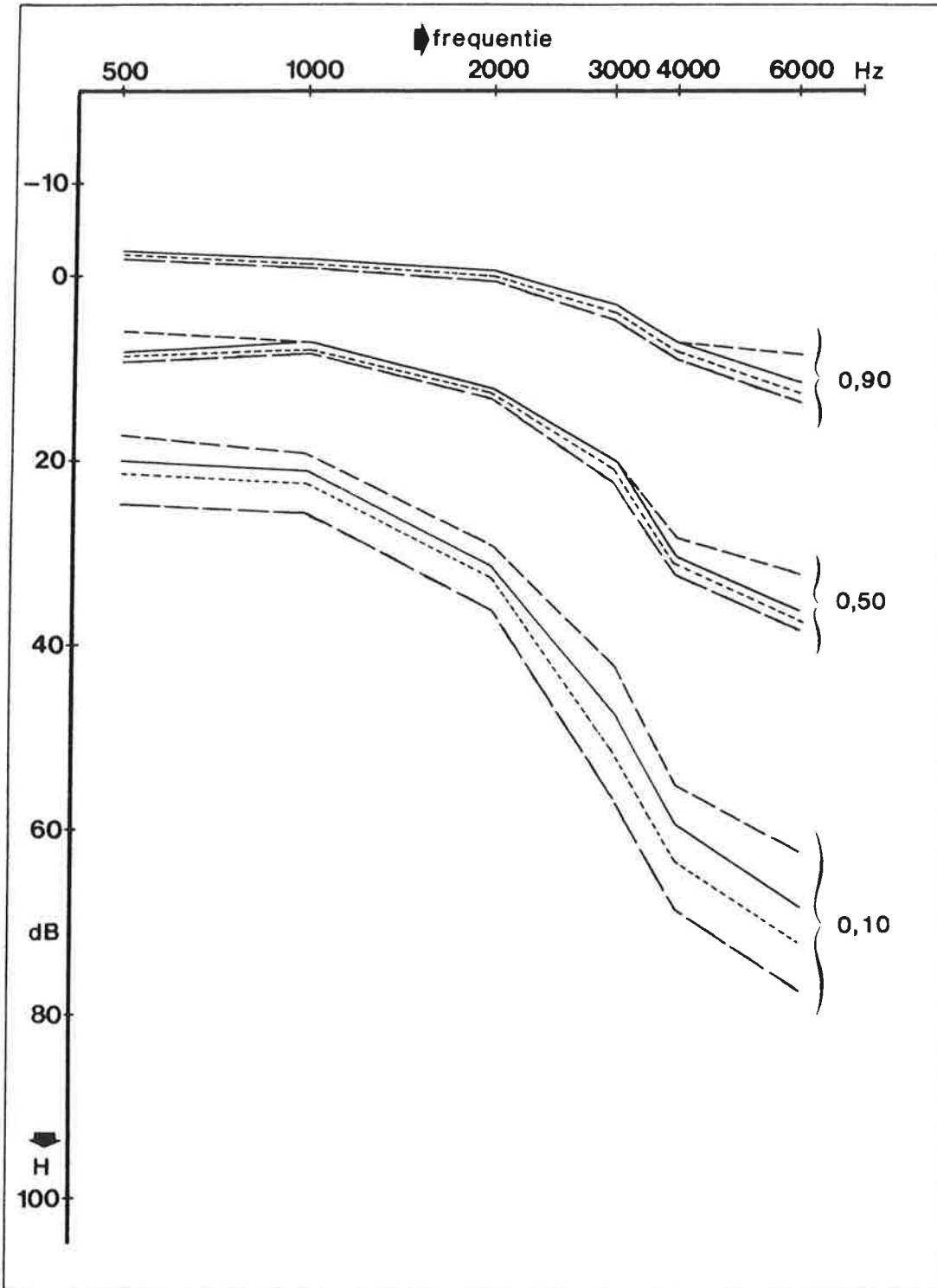
Figuur 3. Groepsaudiogrammen met  $H_{0,10}$ ,  $H_{0,50}$  en  $H_{0,90}$  voor groepen mannen met een gemiddelde leeftijd van 30 jaar, een expositietijd van 10 jaar en een lawaaiexpositieniveau van 80 dB(A).

- geen lawaaiexpositie
- expositie aan lawaai, schone lawaai- en gehooranamnese
- - - - - expositie aan lawaai, schone lawaaianamnese, geen selectie naar gehooranamnese
- expositie aan lawaai, geen selectie naar lawaai- en gehooranamnese.



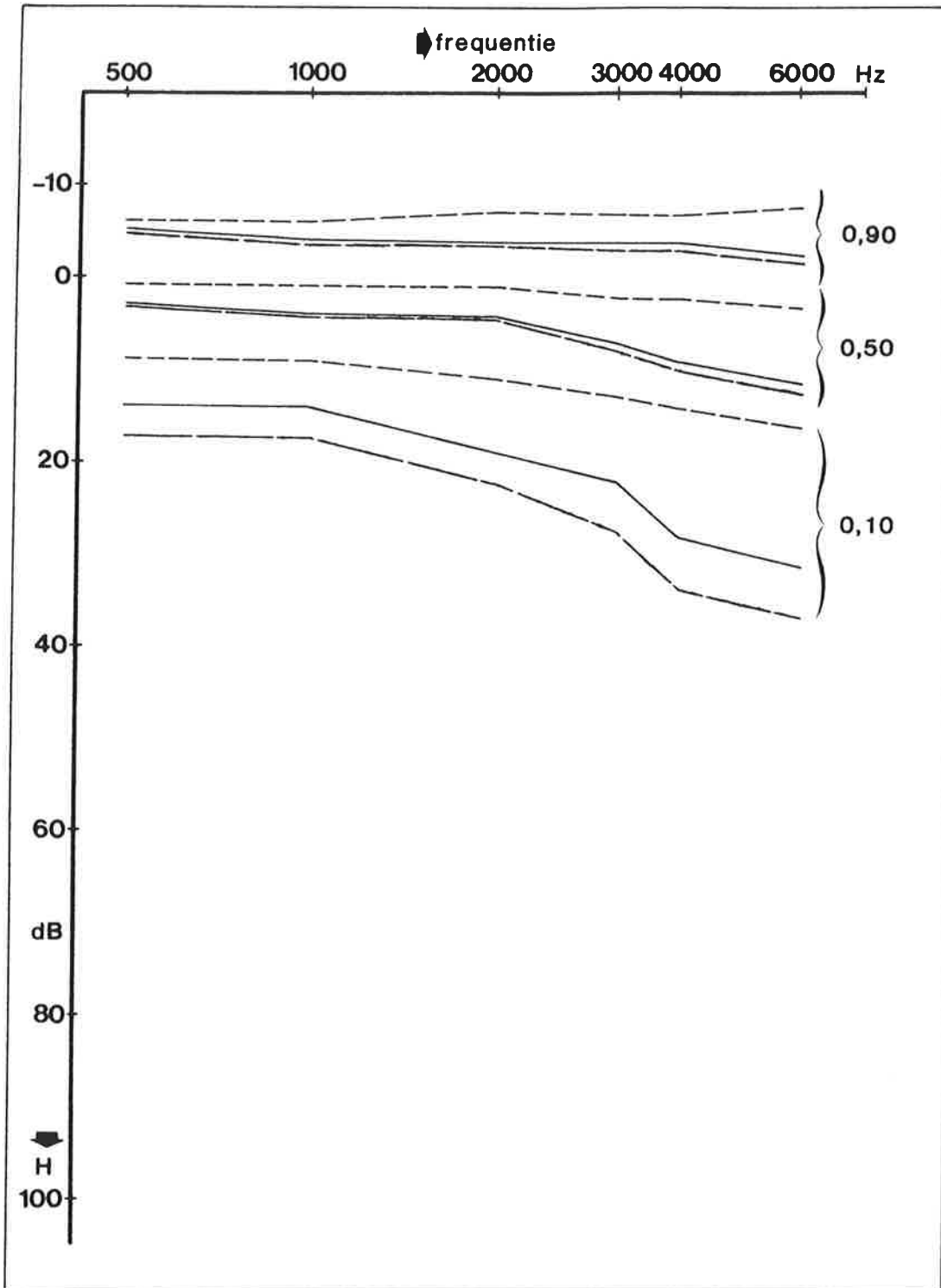
Figuur 4. Groepsaudiogrammen met  $H_{0,10}$ ,  $H_{0,50}$  en  $H_{0,90}$  voor groepen mannen met een gemiddelde leeftijd van 60 jaar, een expositietijd van 40 jaar en een lawaaiepositieniveau van 80 dB(A).

- geen lawaaiepositie
- expositie aan lawaai, schone lawaai- en gehooranamnese
- - - - - expositie aan lawaai, schone lawaaianamnese, geen selectie naar gehooranamnese
- — — expositie aan lawaai, geen selectie naar lawaai- en gehooranamnese.



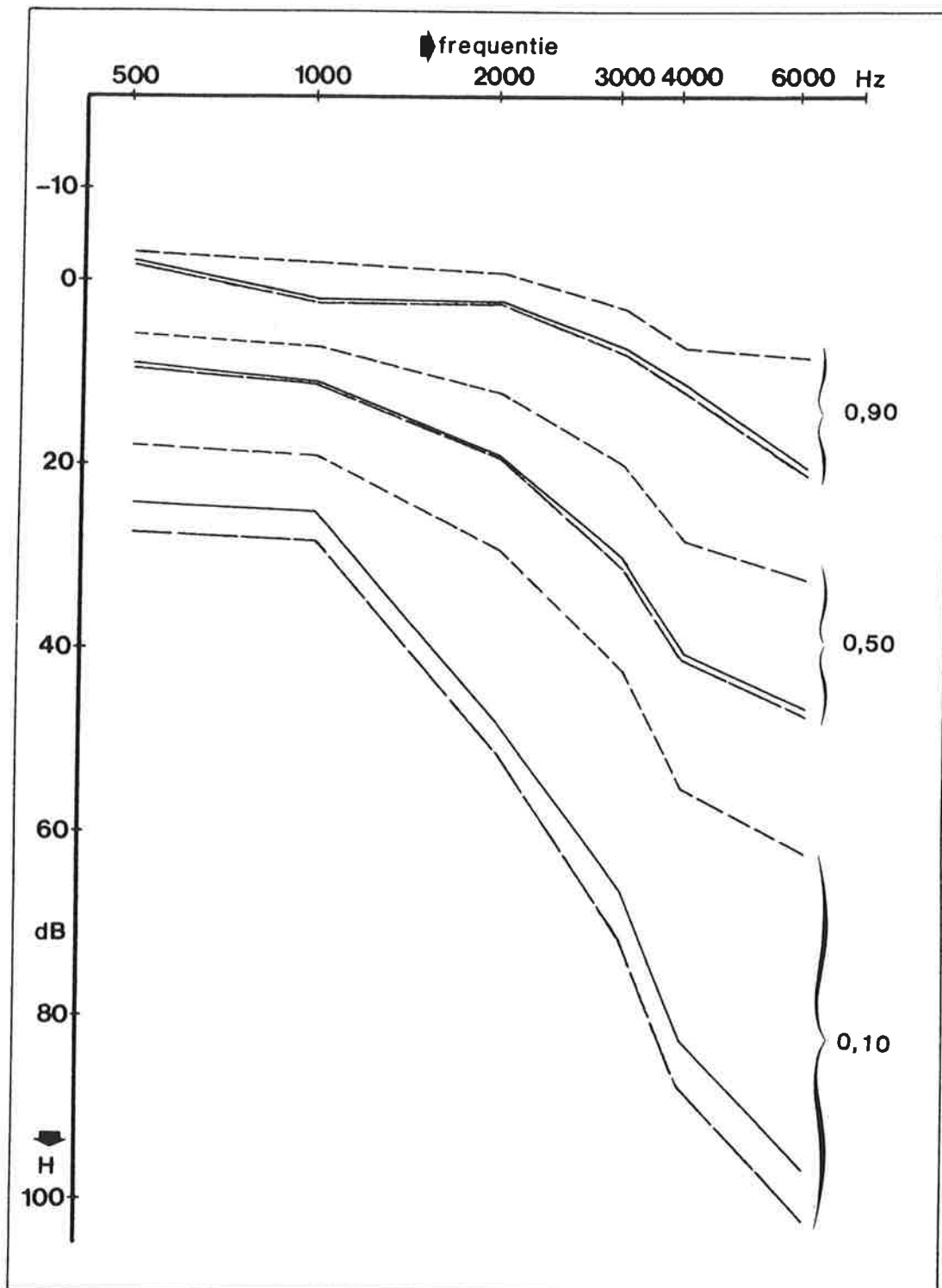
Figuur 5. Groepsaudiogrammen met  $H_{0,10}$ ,  $H_{0,50}$  en  $H_{0,90}$  voor groepen mannen met een gemiddelde leeftijd van 30 jaar, een expositietijd van 10 jaar en een lawaaioxpositieniveau van 95 dB(A).

- geen lawaaioxpositie
- expositie aan lawaai, schone gehooranamnese
- expositie aan lawaai, geen selectie naar lawaai- en gehooranamnese.



Figuur 6. Groepsaudiogrammen met  $H_{0,10}$ ,  $H_{0,50}$  en  $H_{0,90}$  voor groepen mannen met een gemiddelde leeftijd van 60 jaar, een expositietijd van 40 jaar en een lawaaïexpositieniveau van 95 dB(A).

- geen lawaaïexpositie
- expositie aan lawaai, schone gehooranamnese
- expositie aan lawaai, geen selectie naar lawaai- en gehooranamnese.



3. CONSEQUENTIES VOOR DE BEOORDELING VAN HET INDIVIDUELE AUDIOGRAM

Uit het voorgaande blijkt dat er een grote spreiding is in zowel de A-waarden als de N-waarden en dientengevolge ook in de H-waarden. Zo blijkt bijvoorbeeld uit figuur 6 dat bij een 40-jarige expositie aan een lawaaixpositieniveau van 95 dB(A) een ongeselecteerde groep 60-jarige mannen een  $H_{0,90}$ -waarde van ongeveer 10 dB (gemiddeld over de hogere frequenties 2000, 3000, 4000 en 6000 Hz) heeft, terwijl de betreffende  $H_{0,10}$ -waarde gemiddeld bijna 80 dB is. Overigens is de spreiding in de gehoordrempels op een dergelijke leeftijd bij niet geëxponeerden ook groot:  $A_{0,10}$  is gemiddeld bij de genoemde frequenties 47 dB en  $A_{0,90}$  gemiddeld 4 dB.

Gezien deze grote spreiding in de normale ouderdomsgehoorverliezen is het bij het beoordelen van een individueel audiogram moeilijk om vast te stellen of expositie aan lawaai gehoorschade heeft veroorzaakt. Immers, als een 60-jarige man gemiddeld een gehoorverlies (bij de vier eerder genoemde frequenties) heeft van 70 dB, wat is daarvan dan veroorzaakt door lawaai en wat door veroudering? Er is voorshands 10% kans dat het effect van lawaai op het gehoorverlies meer is dan  $70-4=66$  dB en 10% kans dat het gehoorverlies door lawaai minder is dan  $70-47=23$  dB. Bij het beoordelen van een individueel audiogram is er in dit geval dus een ruime marge van onzekerheid welk effect lawaai heeft gehad op het gehoorverlies. Dat er een effect van lawaai is, is in dit geval (vrijwel) zeker.

In het algemeen is er in het kader van gehoorbeschermingsprogramma's de praktische behoefte om op basis van een individueel audiogram aan de individuele werknemer een advies te geven, waarbij mede de uitkomsten van het audiometrische onderzoek van belang kunnen zijn. Gezien de grote spreiding in de normale ouderdomsgehoorverliezen is het bij de beoordeling van een individueel audiogram van een aan lawaai geëxponeerde werknemer dan ook noodzakelijk om een scala van mogelijkheden de revue te laten passeren. Een beslisschema ziet er als volgt uit:

geen gehoorverlies door lawaai

---

misschien waarschijnlijk geen gehoorverlies door lawaai

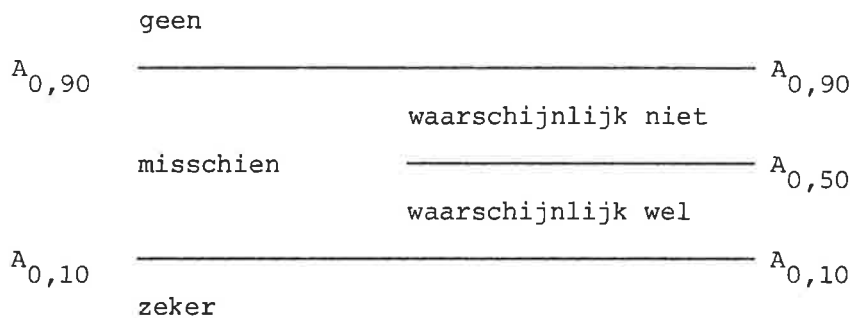
---

waarschijnlijk wel gehoorverlies door lawaai

---

zeker gehoorverlies door lawaai

Als dit schema gekwantificeerd wordt, is het het meest geëigend om uit te gaan van de normale ouderdomsgehoorverliezen. Immers, als een gehoorverlies veel groter is dan op grond van de leeftijd verwacht mag worden en er zijn geen andere duidelijke redenen tot gehoorschade, dan is het bij een aan lawaai geëxponeerde werknemer waarschijnlijk dat er gehoorverlies door lawaai is optreden. Redelijk is het om de grenzen in te vullen op basis van het, leeftijdsafhankelijke, normale ouderdomsgehoorverlies A. De grenzen kunnen dan, enigszins arbitrair, als volgt gekozen worden:



Baseren we ons daarbij op de gehoorverliezen in het hogere frequentiegebied, omdat bij die frequenties gehoorschade door lawaai het duidelijkst zichtbaar is, dan lijkt een juiste keus het gemiddelde gehoorverlies bij 2000, 3000, 4000 en 6000 Hz. Een beslisschema voor mannen is gegeven in tabel 6. Daarbij dient het gemiddelde gehoorverlies bij 2000, 3000, 4000 en 6000 Hz te worden afgerond naar het dichtstbijzijnde veelvoud van 5. Is het gemiddelde precies een 2,5-voud, dan volgt afronding naar boven. De betreffende waarden voor vrouwen zijn opgenomen in tabel 7. Uit de tabellen kan worden afgelezen welke mate van (on)zekerheid er is of al dan niet gehoorschade door lawaai is ontstaan. Hoe groot deze gehoorschade door lawaai is, kan niet uit de tabellen worden afgelezen.

Alhoewel de tabellen er in eerste instantie voor de praktijk ingewikkeld uitzien, is hantering van de tabellen vrij eenvoudig als de volgende hulpmethode wordt benut. Op een doorzichtig vel, zoals bijvoorbeeld gebruikt wordt voor overheadprojectie, wordt een rechte lijn getrokken ter lengte van de frequenties van het audiogram en in het midden van de lijn wordt een punt aangegeven. Met het doorzichtige vel wordt vervolgens zo over het audiogram geschoven dat de lijn ongeveer het audiogram in het betreffende frequentiegebied volgt. De lijn mag derhalve ook scheef ten opzichte van de frequenties van het audiogram komen te liggen. Daarbij wordt er voor gezorgd dat het op de lijn aangegeven punt precies tussen de frequenties 3000 en 4000 Hz komt te liggen. Als de lijn zo gemiddeld het audiogram volgt, wordt op de gehoorverliesas afgelezen bij welke waarde het punt ligt. Dit is het gemiddelde gehoorverlies over het beschouwde frequentiegebied. De waarden voor het linker- en rechteroor kunnen vervolgens gemiddeld worden en vergeleken met de desbetreffende tabel.

Bij een audiometer, die gekoppeld is aan een computer, kan met behulp van een eenvoudig programma een automatische berekening verricht worden.

In beide gevallen is het mogelijk om direct na het afnemen van het audiogram, het resultaat met de betrokken werknemer/ster te bespreken.

Tot slot is een waarschuwing met betrekking tot het gebruik van de tabellen op zijn plaats. De tabellen zijn bestemd als hulpmiddel bij het adviseren van individuele werknemers die in lawaai werken, bijvoorbeeld met betrekking tot het (gaan) dragen van gehoorbeschermingsmiddelen. De tabellen zijn niet bedoeld om gebruikt te worden voor het beoordelen van bijvoorbeeld schadeclaims. In het laatste geval is bijvoorbeeld ook van belang waar (in het huidige bedrijf, in vorige werkkring(en), thuis in de vrije tijd) gehoorschade kan zijn opgelopen. Tevens dienen daarbij de betreffende expositieniveaus op de arbeidsplaats in de beoordeling te worden betrokken. Immers, het dient dan wel zeker te zijn dat de expositieniveaus in het schadelijke gebied liggen. Immers ook voor 10% van een op de arbeidsplaats niet aan lawaai-geëxponeerde populatie zal gelden dat ze volgens de tabellen 6 of 7 zeker gehoorschade door lawaai hebben opgelopen. Bij het beoordelen van het audiogram in verband met de praktische uitvoering van gehoorbeschermingsprogramma's is o.i. deze

kans van 10% op een fout-positieve conclusie verantwoord, bij juridische procedures (wellicht) niet.

Tabel 6. Beoordelingsschema met betrekking tot het individuele audiogram van een aan lawaai geëxponeerde werknemer, die geen andere duidelijk aanwijsbare redenen tot gehoorschade in de gehooranamnese heeft dan lawaaiexpositie en veroudering. In stappen van 5 dB. Gehoorverlies gemiddeld bij 2000, 3000, 4000, 6000 Hz en gemiddeld over beide oren.

| Beoordeling ten aanzien van effect door lawaai | Gehoerverlies (in dB) in audiogram |            |    |    |    |    |    |    | Beoordeling ten aanzien van effect door lawaai |
|--|------------------------------------|------------|----|----|----|----|----|----|--|
|  | Leeftijd in jaren                  |            |    |    |    |    |    |    |  |
|  |                                    | 30         | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 |  |
| geen   | ten hoogste                        | -5         | -5 | -5 | 0  | 0  | 5  | 5  | geen   |
| misschien                                      |                                    | 0          | 0  | 0  | 5  | 5  | 10 | 10 | waarschijnlijk geen                            |
|  |                                    |            |    | 10 | 10 | 15 | 20 | 25 |  |
|  |                                    |            | 5  | 10 | 15 | 15 | 20 | 25 | 30   |
|  |                                    | 10         | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 45 |  |
|  | zeker                              | ten minste | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 50   |

Tabel 7. Beoordelingsschema met betrekking tot het individuele audiogram van een aan lawaai geëxponeerde werkneemster, die geen andere duidelijk aanwijsbare redenen tot gehoorschade in de gehooranamnese heeft dan lawaaiexpositie en veroudering. In stappen van 5 dB. Gehoorverlies gemiddeld bij 2000, 3000, 4000, 6000 Hz en gemiddeld over beide oren.

| Beoordeling ten aanzien van effect door lawaai | Gehoerverlies (in dB) in audiogram |            |    |    |    |    |    |    | Beoordeling ten aanzien van effect door lawaai |
|--|------------------------------------|------------|----|----|----|----|----|----|--|
|  | Leeftijd in jaren                  |            |    |    |    |    |    |    |  |
|  |                                    | 30         | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 |  |
| geen   | ten hoogste                        | -5         | -5 | -5 | 0  | 0  | 0  | 5  | geen   |
| misschien                                      |                                    | 0          | 0  | 0  | 5  | 5  | 5  | 10 | waarschijnlijk geen                            |
|  |                                    |            |    |    |    |    | 10 |    |  |
|  |                                    |            | 5  | 5  | 5  | 10 | 10 | 15 | 15   |
|  |                                    | 10         | 10 | 15 | 15 | 20 | 25 | 30 |  |
|  | zeker                              | ten minste | 15 | 15 | 20 | 20 | 35 | 30 | 35   |



4. VERANTWOORDING

Dit rapport is opgesteld in het kader van het onderzoekproject LA-06-01 van de Interdepartementale Commissie Geluidhinder.

REFERENTIES -

PASSCHIER-VERMEER, W. Gehoorschade door lawaai, I. Analyse van onderzoek-  
gegevens ter bepaling van de relatie tussen lawaai en gehoorschade  
door lawaai. NIPG-TNO-Rapport, 1986.



RAPPORTEN EN PUBLIKATIES IN HET KADER VAN HET PROJECT

- BERG, R. VAN DEN, Hearing Conservation Programs in the Netherlands Industry. Proceedings of the Fourth International Congress on Noise as a Public Health Problem, Turin, 1983. Vol 1, Pp. 321 -324.
- BERG, R. VAN DEN, W. PASSCHIER-VERMEER. Geluidmetingen op de arbeidsplaats in het kader van gehoorbeschermingsprogramma's. Meetprotocol ter bepaling van geluidexpositieniveaus. Leiden, NIPG-TNO, 1985.
- BERG, R. VAN DEN. Lawaai bestrijding: Achtergronden, aanpak en methoden; praktijkvoorbeelden. Leiden, NIPG-TNO, 1985 (publ. 85027)
- BERG, R. VAN DEN. Geluidmetingen op de arbeidsplaats in het kader van gehoorbeschermingsprogramma's -meetprotocol ter bepaling van geluidexpositieniveaus. In: W. PASSCHIER-VERMEER, R. VAN DEN BERG, A.J.M. ROVEKAMP, A.H. GRUNDEL, D. VAN DER REE. Preventie gehoorschade door lawaai; voordrachten ter gelegenheid van het 10-jarig jubileum van de NVBA. Leiden, NIPG-TNO, 1985. Pp. 51-64
- BERG, R. VAN DEN. Lawaai bestrijding als onderdeel van een gehoorbeschermingsprogramma. In: W. PASSCHIER-VERMEER, R. VAN DEN BERG, A.J.M. ROVEKAMP, A.H. GRUNDEL, D. VAN DER REE. Preventie gehoorschade door lawaai; voordrachten ter gelegenheid van het 10-jarig jubileum van de NVBA. Leiden, NIPG-TNO 1985. Pp. 83-106
- BERG, R. VAN DEN , A.J.M. ROVEKAMP & D. VAN DER REE. Evaluatie van resultaten van geluidmetingen in gehoorbeschermingsprogramma's. Leiden, NIPG-TNO, 1986.
- BERG, R. VAN DEN, A.H. GRUNDEL & W. PASSCHIER-VERMEER. De effectiviteit van in de gehoorgang gedragen gehoorbeschermingsmiddelen in praktijksituaties. Leiden, NIPG-TNO, 1986.
- BLOK, J.A.M. Projekt Preventie Gehoorschade. Beleidsvoornemens op korte termijn. Ned. Ver. Arb. Bedrijfs geneeskunde. NVAB Info, 16 (1985) Pp. 19-21.
- BUMA, S. Projekt Preventie Gehoorschade. Waarom een projekt preventie gehoorschade? Ned. Ver. Arb. Bedrijfs geneeskunde. NVAB Info, 16 (1985) Pp. 17-18.
- GRUNDEL, A.H. & D. VAN DER REE. Voorlichting in het kader van een gehoorbeschermingsprogramma. In: W. PASSCHIER-VERMEER, R. VAN DEN BERG, A.J.M. ROVEKAMP, A.H. GRUNDEL, D. VAN DER REE. Preventie gehoorschade door lawaai; voordrachten ter gelegenheid van het 10-jarig jubileum van de NVBA. Leiden, NIPG-TNO, 1985. Pp. 27-50
- GRUNDEL, A.H. & D. VAN DER REE. Gehoorbeschermingsmiddelen: effectiviteit en gebruiksproblematiek. In: W. PASSCHIER-VERMEER, R. VAN DEN BERG, A.J.M. ROVEKAMP, A.H. GRUNDEL, D. VAN DER REE. Preventie gehoorschade door lawaai; voordrachten ter gelegenheid van het 10-jarig jubileum van de NVBA. Leiden, NIPG-TNO, 1985. Pp. 107-124.
- GRUNDEL, A.H. & D. VAN DER REE. Voorlichting bij gehoorbeschermingsprogramma's. Leiden, NIPG-TNO, 1986.

- PASSCHIER-VERMEER, W. Bedrijfsgeneeskundige inbreng bij de voorkoming van gehoorschade door lawaai op de arbeidsplaats. Geluid en Omgeving 5 (1982) 85-87
- PASSCHIER-VERMEER, W. Measurement and rating of impulse noise in relation to noise-induced hearing loss. Proceedings of the Fourth International Congress on Noise as a Public Health Problem, Turin, 1983. Vol 1, Pp. 143-158.
- PASSCHIER-VERMEER, W. Bedrijfsaudiometrie en presbycusis. Delft, IMG-TNO, 1983. (rep. B 548)
- PASSCHIER-VERMEER, W. Audiometrie en Anamnese. Delft, IMG-TNO, 1984. (rep. B 610)
- PASSCHIER-VERMEER, W. Groepsaudiogram en Lawaaiexpositieniveau. Delft, IMG-TNO, 1984. (rep. B 626)
- PASSCHIER-VERMEER, W., D. GRUNDEL & A.J.M. ROVEKAMP. Reproduceerbaarheid en leereffect bij toondrempelaudiometrie. Leiden, NIPG-TNO, 1985.
- PASSCHIER-VERMEER, W. De relatie tussen gehoorverlies en leeftijd. Leiden, NIPG-TNO, 1985.
- PASSCHIER-VERMEER, W., R. VAN DEN BERG, A.J.M. ROVEKAMP, A.H. GRUNDEL, D. VAN DER REE. Preventie gehoorschade door lawaai; voordrachten ter gelegenheid van het 10-jarig jubileum van de NVBA. Leiden, NIPG-TNO 1985.
- PASSCHIER-VERMEER, W. Integrale gehoorbeschermingsprogramma's en de rol van de bedrijfsaudiometrie. In: W. PASSCHIER-VERMEER et al. Preventie gehoorschade door lawaai; voordrachten ter gelegenheid van het 10-jarig jubileum van de NVBA, 1985. Pp. 1-26
- PASSCHIER-VERMEER, W. & A.H. GRUNDEL & A.J.M. ROVEKAMP. Reproduceerbaarheid drempelaudiometrie en de beoordeling van gehoorscherpere veranderingen in de loop der jaren bij aan lawaai geëxponeerde werknemers. In: W. PASSCHIER-VERMEER, et al. Preventie gehoorschade door lawaai. Voordrachten ter gelegenheid van het 10-jarig jubileum van de NVBA. 1985. Pp. 125-144
- PASSCHIER-VERMEER W. & A.J.M. ROVEKAMP. Verband tussen gehoorschade en de sociale handicap door een verminderd hoorvermogen bij groepen personen die tijdens hun werk aan lawaai zijn geëxponerd. In: W. PASSCHIER-VERMEER, et al. Preventie gehoorschade door lawaai. Voordrachten ter gelegenheid van het 10-jarig jubileum van de NVBA. 1985. Pp. 185-202
- PASSCHIER-VERMEER, W. Projekt Preventie Gehoorschade. Tijdschr. Soc. Gezondheid 63 (1985) Pp. 120-123.
- PASSCHIER-VERMEER, W. Projekt Preventie Gehoorschade. Resultaten van het projekt ten behoeve van de bedrijfsgezondheidszorg. Ned. Ver. Arb. Bedrijfsgeneeskunde. NVAB Info, 16 (1985) Pp. 21-27.
- PASSCHIER-VERMEER, W., A.H. GRUNDEL & R. VAN DEN BERG, et al. Achtergrondinformatie bij de rapportering van een gehoorbeschermingsprogramma. Leiden, NIPG-TNO, 1986 (publ. 86004)

- PASSCHIER-VERMEER, W. Gehoorschade door lawaai, I. Analyse van onderzoekgegevens ter bepaling van de relatie tussen lawaai en gehoorschade door lawaai. Leiden, NIPG-TNO, 1986.
- PASSCHIER-VERMEER, W. Gehoorschade door lawaai, II. Methoden om op individueel en groepsniveau gebruik te maken van het verband tussen lawaai en gehoorschade door lawaai. Leiden, NIPG-TNO, 1986.
- PASSCHIER-VERMEER, W., A.J.M. ROVEKAMP. De relatie tussen de gehoordrempels aan het linker- en het rechteroor. Leiden, NIPG-TNO, 1986.
- PASSCHIER-VERMEER, W. The effects of age, otological factors and occupational noise exposure on hearing threshold levels of various populations. In: R.J. Salvi, D. Henderson et al (eds). Basic and applied aspects of noise-induced hearing loss. New York (etc.), Plenum Press, 1986. Pp. 571-581.
- PASSCHIER-VERMEER, W., R. VAN DEN BERG & A.J.M. ROVEKAMP. The effects of age and occupational noise exposure on hearing threshold levels of various populations. In: Proceedings Inter Noise '85. s.l., s.n., 1986 Pp. 1395-1398.
- PASSCHIER-VERMEER, W., R. V.D. BERG, A.J.M. ROVEKAMP, D. V.D. REE. Integrale gehoorbeschermingsprogramma's. Handleiding voor de bedrijfsgezondheidszorg. Studiereeks nr S 36, Directoraat Generaal van de Arbeid, Voorburg, 1987.
- PASSCHIER-VERMEER, W. Personele consequenties van de uitvoering van integrale gehoorbeschermingsprogramma's. Leiden, NIPG-TNO, 1987.
- PASSCHIER-VERMEER, W. Analyse van audiometrische gegevens ten behoeve van gehoorbeschermingsprogramma's. Leiden, NIPG-TNO, 1987.
- ROVEKAMP, A.J.M. Automatische verwerking van gegevens bij de uitvoering van een gehoorbeschermingsprogramma. In: W. PASSCHIER-VERMEER, et al. Preventie gehoorschade door lawaai; voordrachten ter gelegenheid van het 10-jarig jubileum van de NVBA, 1985. Pp. 145-184
- ROVEKAMP, A.J.M. & R. VAN DEN BERG. Reproduceerbaarheid van geluiddosimetrie. In: W. PASSCHIER-VERMEER, et al. Preventie gehoorschade door lawaai. Voordrachten ter gelegenheid van het 10-jarig jubileum van de NVBA, 1985. Pp. 65-82
- ROVEKAMP, A.J.M. & W. PASSCHIER-VERMEER, Anamnese tijdens gehooronderzoek bij de uitvoering van een gehoorbeschermingsprogramma. NIPG-TNO, Leiden, 1987.
- WOLVETANG, H. Projekt Preventie Gehoorschade. Een model-projekt?! Ned. Ver. Arb. Bedrijfsgeneeskunde NVAB Info, 16(1985) Pp. 28-30.