

TNO-rapport

**PERSOONLIJKE GEHOORBESCHERMINGSMIDDE-
LEN IN CONCRETE ARBEIDSSITUATIES**

**Rapportage van het tweede en derde veldonderzoek, fase 3
en 4 in het EGKS onderzoek**

NIPG-publikatienummer
93.021

Mei 1993

Alle rechten voorbehouden.
Niets uit deze uitgave mag worden
vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt
door middel van druk, fotokopie, microfilm
of op welke andere wijze dan ook, zonder
voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd
uitgebracht, wordt voor de rechten en
verplichtingen van opdrachtgever en
opdrachtnemer verwezen naar de
'Algemene Voorwaarden voor Onderzoeks-
opdrachten aan TNO', dan wel de
betreffende terzake tussen partijen
gesloten overeenkomst.
Het ter inzage geven van het TNO-rapport
aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© TNO

Nederlands Instituut voor
Arbeidsomstandigheden NIA
bibliotheek-documentatie-informatie
De Boelelaan 30, Amsterdam-Buitenveldert

ISN-nr. 16.065
plaats 49-400
datum 13 AUG. 1993

R. van den Berg (TNO-NIPG, Leiden)
W. Passchier-Vermeer (TNO-NIPG, Leiden)
H. Crijns (Hoogovens, IJmuiden)



CIP-GEGEVENS KONINKLIJKE BIBLIOTHEEK, DEN HAAG

Berg, R. van den

Persoonlijke gehoorbeschermingsmiddelen in concrete
arbeidsituaties / R. van den Berg, W. Passchier-Vermeer,
H. Crijns. - Leiden: Nederlands Instituut voor
Praeventieve Gezondheidszorg TNO
Rapportage van het tweede en derde veldonderzoek, fase 3
en 4 in het EGKS onderzoek.
NIPG-publikatienr. 93.021. - Met lit. opg.
ISBN 90-6743-251-2
Trefw.: gehoorbeschermingsmiddelen /
arbeidsomstandigheden

Deze uitgave is te bestellen door het overmaken van f 21,- (incl. BTW) op postbankrekeningnr.
99.889 ten name van TNO-Gezondheidsonderzoek te Leiden onder vermelding van bestelnummer
93.021.

INHOUD	pagina
1. INLEIDING	1
2. VERKORTE MEETMETHODEN	2
3. HET TWEEDE VELDONDERZOEK	4
4. ANALYSES TWEEDE VELDONDERZOEK	7
4.1 Dempingswaarden vergeleken met eerste veldonderzoek	7
4.2 Individuele vergelijking referentiekap methode	11
4.3 Individuele vergelijking diepe kap methode	12
5. HET DERDE VELDONDERZOEK	17
6. ANALYSES DERDE VELDONDERZOEK	19
6.1 Dempingswaarden	19
6.2 Individuele vergelijking diepe kap methode	22
7. CONCLUSIES	27
LITERATUUR	29

1. INLEIDING

In het kader van het vijfde EGKS-programma voor medisch onderzoek wordt door het NIPG-TNO in opdracht van Hoogovens een onderzoek uitgevoerd, getiteld "persoonlijke gehoorbeschermingsmiddelen in concrete arbeidssituaties".

De doelstellingen van het onderzoek zijn het ontwikkelen van een testmethode, die geschikt is om snel en betrouwbaar de demping van gehoorbeschermingsmiddelen bij individuele werknemers vast te stellen en het bepalen van de demping van gehoorbeschermingsmiddelen zoals deze in de kolen- en staalindustrie gedragen worden.

Het onderzoek is verdeeld in een aantal fasen:

- fase 1a experimentele fase, waarin in het laboratorium testmethoden worden voorbereid die in fase 2 bij veldonderzoek worden toegepast;
- fase 1b verzamelen en analyseren van geluidgegevens over arbeidsplaatsen bij Hoogovens; hierbij wordt een aantal standaard frequentiespectra van veel voorkomende geluidbronnen in de kolen- en staalindustrie samengesteld;
- fase 2 dempings- en gehoormetingen in veldonderzoek en analyse van gegevens: in het veldonderzoek wordt de frequentie-afhankelijke demping van diverse soorten gehoorbeschermingsmiddelen, zoals deze gedragen worden door individuele werknemers in arbeidssituaties bij Hoogovens, uitgebreid gemeten; ontwikkelen van verkorte meetmethoden van de demping van gehoorbeschermingsmiddelen;
- fase 3 uittesten van de verkorte meetmethoden in tweede veldonderzoek;
- fase 4 herhaling van de verkorte meetmethoden in derde veldonderzoek.

Dit rapport betreft fase 3 en 4, respectievelijk het tweede en derde veldonderzoek. Het rapport geeft een beschrijving van de verkorte meetmethoden, de analyse van de meetgegevens en de conclusies hieruit.

2. VERKORTE MEETMETHODEN

In fase 2 zijn in een voorlopige vorm twee verkorte meetmethoden ontwikkeld:

- de methode met de referentiekap, voor het testen van oorkappen, helmkappen en oorbeugels;
- de methode met de diepe kap, voor het testen van in de gehoorgang te dragen gehoorbeschermingsmiddelen.

Voor de beschrijving van de (onverkorte) methoden wordt verwezen naar [Berg, R. van den, 1993a].

De verkorte methoden houden in dat er slechts bij enkele testfrequenties gemeten wordt. Uit de in fase 2 uitgevoerde correlatie- en regressieberekeningen is gebleken dat 500 Hz de meest gewenste testfrequentie is, gevolgd door 250 Hz en 1000 Hz.

De beide laagste frequenties, en ook nog wel 1000 Hz, zijn als testfrequenties tevens aantrekkelijk omdat bij deze frequenties de schedeldemping zo groot is dat beengeleiding tijdens de gehoormeetingen bij het dragen van de gehoorbescherming bij vrijwel alle werknemers niet zal optreden. Ook behoeft bij deze frequentie vrijwel nooit vrees te bestaan voor het horen van een subharmonische testtoon, in plaats van de testtoon zelf. Bij deze frequenties is immers het optreden van grote gehoordrempelverschillen over een klein frequentiegebied, zoals bij een lawaaidip, sporadisch.

Tenslotte zijn de lagere frequenties een gelukkige keus, omdat de reproduceerbaarheid van gehoordrempelmetingen, op de gestandaardiseerde manier, bij deze frequenties beter is dan bij de hoogste frequenties, zoals 6000 Hz. Maskering, zoals mogelijk toch nog optreedt bij 63 en 125 Hz ondanks de gekozen testmethoden met diepe kap en referentiekap, zal bij 250, 500 en 1000 Hz ook niet in het geding zijn.

Gekozen als testsignalen voor het tweede veldonderzoek zijn de frequenties 250, 500 en 1000 Hz. Belangrijk in dit tweede veldonderzoek is de reproduceerbaarheid van de meetmethoden.

Bij het vaststellen van de testsignalen en testprocedures hebben de volgende overwegingen een rol gespeeld:

- Als het verschil wordt nagegaan tussen de demping van een bepaald type gehoorbeschermer bij een bepaalde testfrequentie en de demping van dit middel bij alle frequenties te samen, dan zullen in een bepaalde geluidssituatie deze verschillen van werknemer tot werknemer variëren. De testfrequentie met de kleinste variatie, dat wil zeggen met de hoogste correlatie tussen de gemeten demping bij die frequentie en de demping die voor het gehele frequentiespectrum geldt, is op dit punt het meest geschikt als testfrequentie;

- de verkorte testmethoden moeten geschikt zijn om er ten behoeve van de individuele werknemer de demping van diens gehoorbeschermer uit te bepalen die geldt voor alle uiteenlopende geluidssituaties, dat wil zeggen voor situaties die van overwegend hoog- tot overwegend laagfrequent kunnen zijn;
- voor de eenvoud van de bruikbaarheid van de beide verkorte testmethoden is het van belang dat de per methode te gebruiken testfrequenties zoveel mogelijk overeenkomen en bij voorkeur dezelfde zijn;
- voor de praktische toepasbaarheid van de testmethoden is het van belang dat de reproduceerbaarheid van de meetuitkomsten groot is. Daarover kon op basis van de resultaten uit de fasen 1 en 2 geen uitspraak gedaan worden. Immers, er waren nog geen herhalingsmetingen gedaan. De herhalingsmetingen in fase 3 moesten derhalve zo opgezet worden, dat er niet alleen gegevens werden verzameld over de reproduceerbaarheid bij de meest geschikte testfrequentie volgens bovenstaande punten, maar ook bij andere, eventueel ook geschikte testfrequenties;
- voor de praktische bruikbaarheid van de verkorte testen is het van belang dat er bij zo weinig mogelijk testfrequenties gemeten wordt om zodoende de totale meettijd zo klein mogelijk te houden.

3. HET TWEEDE VELDONDERZOEK

Het tweede veldonderzoek heeft plaatsgevonden van 17 juni tot en met 1 juli en op 1 en 2 september 1992. Het onderzoek werd wederom uitgevoerd in de audiomobiel van het NIPG-TNO, met dezelfde apparatuur als in het eerste veldonderzoek.

Er hebben 151 van de 173 werknemers van Hoogovens in geparticipeerd, die ook reeds aan het eerste veldonderzoek deelnamen. De gegevens van elf van hen waren ook reeds in het eerste veldonderzoek niet verwerkt vanwege een ongeschikt audiogram. Resteren er 140 deelnemers, waarvan er 5 van merk gehoorbescherming gewisseld hebben. Deze zijn uit de analyse van het tweede veldonderzoek gelaten.

Er blijven dus 135 deelnemers over waarvan de situatie tussen eerste en tweede veldonderzoek qua gehoorbescherming geheel ongewijzigd is. Met de meetresultaten van deze deelnemers zijn de analyses uitgevoerd die hierna beschreven worden.

In tabel 1 zijn de aantallen deelnemers weergegeven, uitgesplitst naar type en merk gehoorbeschermingsmiddel, voor zowel het eerste als tweede veldonderzoek.

Bij 20 deelnemers kon geen tweede onderzoek plaatsvinden vanwege diverse redenen: 6 zieken, 6 op vakantie, 3 uit dienst, 3 deelnemers droegen geen gehoorbescherming meer, van één deelnemer was de gehoorbeschermer in reparatie (otoplastiek) en één deelnemer was zijn otoplastiek kwijt.

Ten behoeve van het bepalen van de gemiddelde demping en de standaarddeviatie zijn ook nog de metingen achterwege gelaten die te gering in aantal waren (zie laatste kolom tabel 1).

Tabel 1 Gemeten middelen, merken en aantallen.

type	Eerste veldonderzoek			Tweede veldonderzoek					
	aantal totaal	aantal na selectie→ merk	aantal	t.b.v. bepaling demping	niet kunnen meten	wissel bij af	ongewijzigd	t.b.v. bep. demp.	
REFERENTIEKAP METHODE									
kappen	31	27	Bilsom Viking 2	-	-	1	-	2	-
			Peltor H3 13	13	1	-	1	11	11
			MSA Mark IV 12	12	1	-	-	11	11
helmkap	32	31	Optac Vario 6	-	-	-	-	6	-
			Peltor 2	-	-	-	-	2	-
			Silenta Super 1	-	1	-	-	-	-
			Bilsom Comfort 20	20	3	-	1	16	16
			MSA 2	-	-	-	-	2	-
beugels	31	28	Caboflex 28	28	3	-	1	24	24
DIEPE KAP METHODE									
otoplastieken	31	29	Elcea grijs 12	12	1	-	-	11*	11*
			Elcea bruin 2	-	1	-	-	1	-
			Elcea geel -	-	-	1	-	-	-
			Varifoon 15	15	1	1	1	13	13
			EARfoon -	-	-	1	-	-	-

Vervolg tabel 1 Gemeten middelen, merken en aantallen

EAR	31	29	EAR	29	29	4	1	-	25	25
doppen	6	6	Willson	6	6	3	-	1	2	-
watten	11	10	Bilsom POP	10	10	1	-	-	9	9
	173	160		160	145	20		5	135	120

* Hierin is een uitbijter inbegrepen, die in latere analyses is weggelaten (zie hoofdstuk 4.3)

Calibratie geluidveld referentiekap methode

Voor de start van het tweede veldonderzoek is het geluidveld dat met behulp van de luidspreker wordt opgewekt in de cabine van de audiomobil nogmaals gecontroleerd (zie [Berg, R. van den, 1993a]). In tabel 2 zijn de meetresultaten weergegeven.

Tabel 2 Calibratie-metingen in de audiocabine van de audiomobil, ruisbanden via de Madsen OB802 (80 dB), versterker en luidspreker. Referentiepunt: absolute waarden, overige meetplaatsen: afwijking ten opzichte van het referentiepunt (alle waarden in dB, afgerond op 0,5 dB).

Freq. (Hz)	Abs. waarde ref. punt	Relatief t.o.v. referentiepunt						Verschil Rechts-Links
		Rechts	Links	Boven	Onder	Voor	Achter	
125	99,5	0,5	0,5	0,5	-0,5	-1,5	0,5	0,0
250	101,5	2,5	2,5	-0,5	2,5	-3,5*	4,5*	0,0
500	100,5	-2,5	-2,5	0,0	-1,5	4,0*	0,0	0,0
1000	88,5	0,5	0,0	-0,5	0,5	1,5	-0,5	-0,5
2000	88,5	-4,5*	-2,5	0,0	0,5	-0,5	0,0	2,0

* afwijking meer dan toegestaan

Calibratie audiometer met diepe kap

Aan het eind van het tweede veldonderzoek is de audiometer met diepe kap opnieuw gecontroleerd. In tabellen 3 en 4 zijn de waarden gegeven voor de frequenties 250, 500 en 1000 Hz, zowel voor zuivere tonen (niet gebruikt in tweede veldonderzoek) als voor ruisbanden. De 'calibratiewaarden' zijn gemeten met behulp van de Brüel & Kjaer Artificial Ear type 4153 met toepassing van de 'vlakke plaat' (B&K Adaptor type DB0843). Tevens zijn de afwijkingen gegeven met de calibratiemetingen in fase 1a (zie ook [Berg, R. van den, 1993a]). Voor zuivere tonen blijken de niveaus niet af te wijken van de eerste meting, voor ruisbanden wel. Het gaat echter in dit onderzoek om verschilmetingen, dus het gevonden verschil in calibratiewaarden zal geen effect hebben op de meetresultaten.

Tabel 3 Calibratie audiometer met diepe kap, zuivere tonen (verzwakkerstand audiometer 70 dB, meetwaarden in dB)

Frequentie in Hz	250	500	1000
LINKS	63,0	52,0	43,0
RECHTS	68,5	52,5	42,0
verschil 1e meting			
LINKS	-1,5	1,0	-0,5
RECHTS	0,5	0,5	0,0

Tabel 4 Calibratie audiometer met diepe kap, ruisbanden (verzwakkerstand audiometer 70 dB, meetwaarden in dB)

Frequentie in Hz	250	500	1000
LINKS	78,5	62,5	54,0
RECHTS	78,5	62,5	54,5
verschil 1e meting			
LINKS	1,5	2,5	0,5
RECHTS	2,5	3,0	2,0

4. ANALYSES TWEEDE VELDONDERZOEK

In het kader van dit deelonderzoek is het interessant na te gaan in welke mate de gemeten dempingswaarden reproduceerbaar zijn. In hoofdstuk 4.1 worden de dempingswaarden uit het 2^e veldonderzoek vergeleken met die uit het eerste veldonderzoek. In hoofdstuk 4.2 en 4.3 zal worden nagegaan hoe groot de individuele reproduceerbaarheid is; per individu zal worden nagegaan hoe groot het verschil is in de dempingswaarden in het eerste en tweede onderzoek.

4.1 Dempingswaarden vergeleken met eerste veldonderzoek

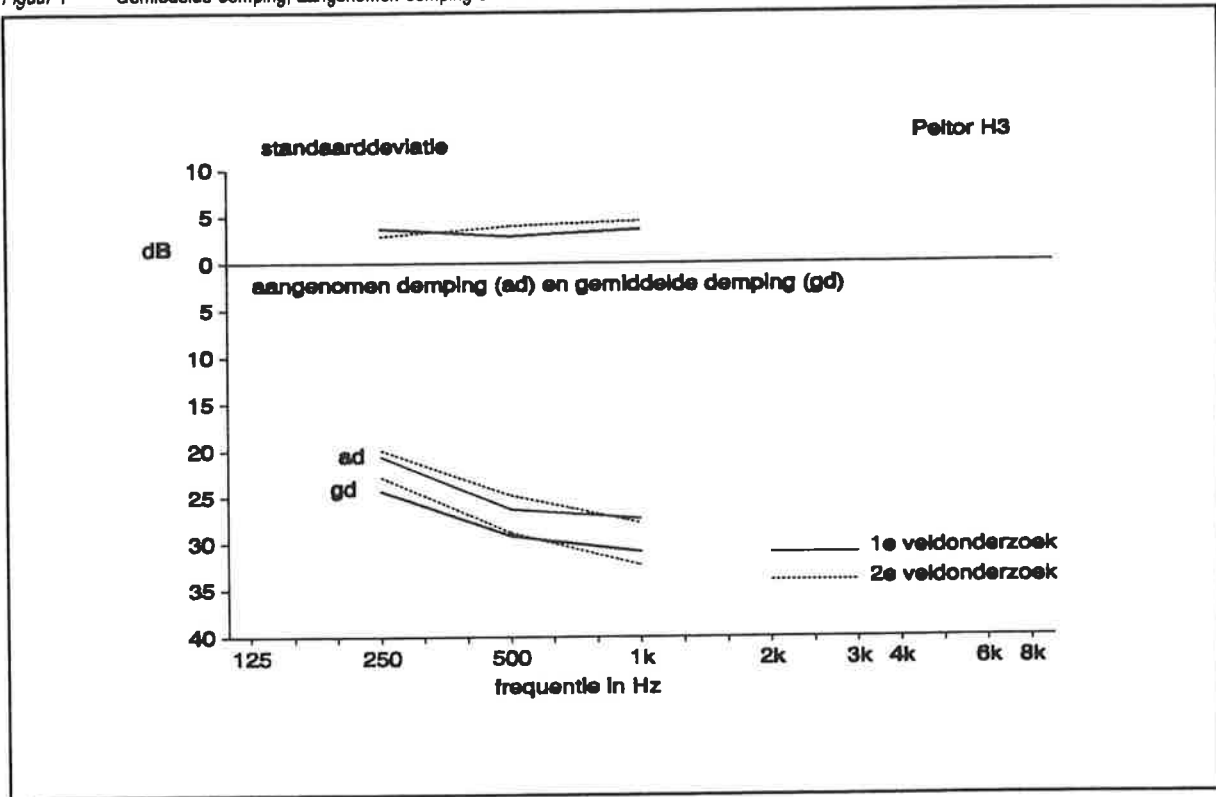
De dempingswaarden van de gehoorbeschermingsmiddelen zoals die uit de meetgegevens van het tweede veldonderzoek bepaald kunnen worden zijn vergeleken met de dempingswaarden verkregen met de meetresultaten van *dezelfde* groep werknemers uit het eerste veldonderzoek. In de laatste kolom van tabel 1 staan de aantallen per merk die in het tweede veldonderzoek overblijven. In tabel 5 zijn de dempingswaarden gegeven. In het tweede veldonderzoek blijken de dempingswaarden over het algemeen iets lager te zijn dan in het eerste veldonderzoek.

In hoofdstuk 6.1 worden de drie veldonderzoeken met elkaar vergeleken met behulp van de dan resterende onderzoekspopulatie. Voor de gehoorbeschermingsmiddelen die met behulp van de referentiekap methode gemeten zijn worden in figuur 1 t/m 4 de dempingswaarden vergeleken tussen het 1^e en 2^e veldonderzoek met dezelfde populatie (zie ook tabel 5).

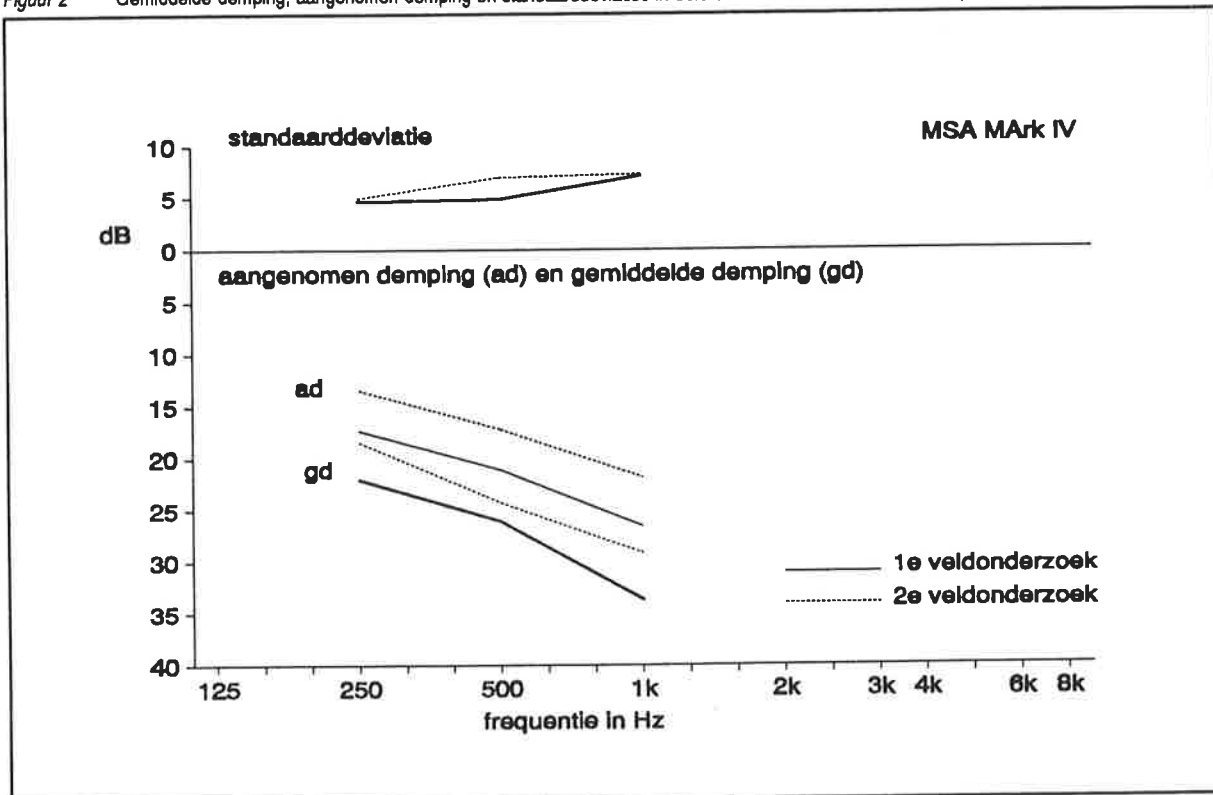
Tabel 5 Gemiddelde dempingswaarden (eerste regel per middel: g.d.), standaarddeviaties (tweede regel per middel: s.d.) en aangenomen demping (derde regel per middel: a.d.). Alle waarden in dB. Het aantal metingen per middel is gelijk aan het aantal personen, voor otoplastieken, rollen en watten is het aantal metingen 2x het aantal personen.

type	merk	aantal	eerste veldonderzoek			tweede veldonderzoek			
			250	500	1000	250	500	1000	
KAP	Peltor H3	11	g.d.	24,3	29,2	30,9	22,8	28,8	32,3
			s.d.	3,7	2,9	3,6	2,9	4,0	4,5
			a.d.	20,6	26,3	27,3	19,9	24,8	27,8
MSA Mark IV		11	g.d.	22,0	26,0	33,6	18,4	24,2	29,1
			s.d.	4,7	4,9	7,1	5,0	7,0	7,3
			a.d.	17,3	21,1	26,5	13,4	17,2	21,8
HELMKAP	Bilsom Comfort	16	g.d.	19,2	21,1	26,9	16,3	19,9	24,7
			s.d.	2,2	3,5	3,9	4,2	3,8	3,7
			a.d.	17,0	17,6	23,0	12,1	16,1	21,0
BEUGEL	Caboflex	24	g.d.	15,6	10,4	11,7	17,1	9,6	10,2
			s.d.	6,9	8,0	7,6	2,9	5,3	4,1
			a.d.	10,7	2,4	4,1	14,2	4,3	6,1
OTOPLASTIEK	Elcea H03 grijs filter	22	g.d.	11,6	13,2	21,8	9,8	13,9	18,2
			s.d.	7,1	9,1	10,7	8,0	9,3	10,4
			a.d.	4,5	4,1	11,1	1,8	4,6	7,8
	Varifoon	26	g.d.	21,9	26,5	30,0	17,7	21,2	26,2
			s.d.	7,7	8,9	9,8	8,2	10,7	9,6
			a.d.	14,2	17,6	20,2	9,5	10,5	16,6
ROLLEN	EAR-plugs	50	g.d.	21,4	23,5	24,8	17,3	20,0	22,9
			s.d.	8,5	10,7	8,9	8,0	8,4	7,9
			a.d.	12,9	12,8	15,9	9,3	11,6	15,0
WATTEN	Bilsom POP	18	g.d.	8,1	12,5	15,6	6,1	8,6	15,0
			s.d.	9,0	8,0	8,3	5,4	6,8	7,1
			a.d.	-0,9	4,5	7,3	0,7	1,8	7,9

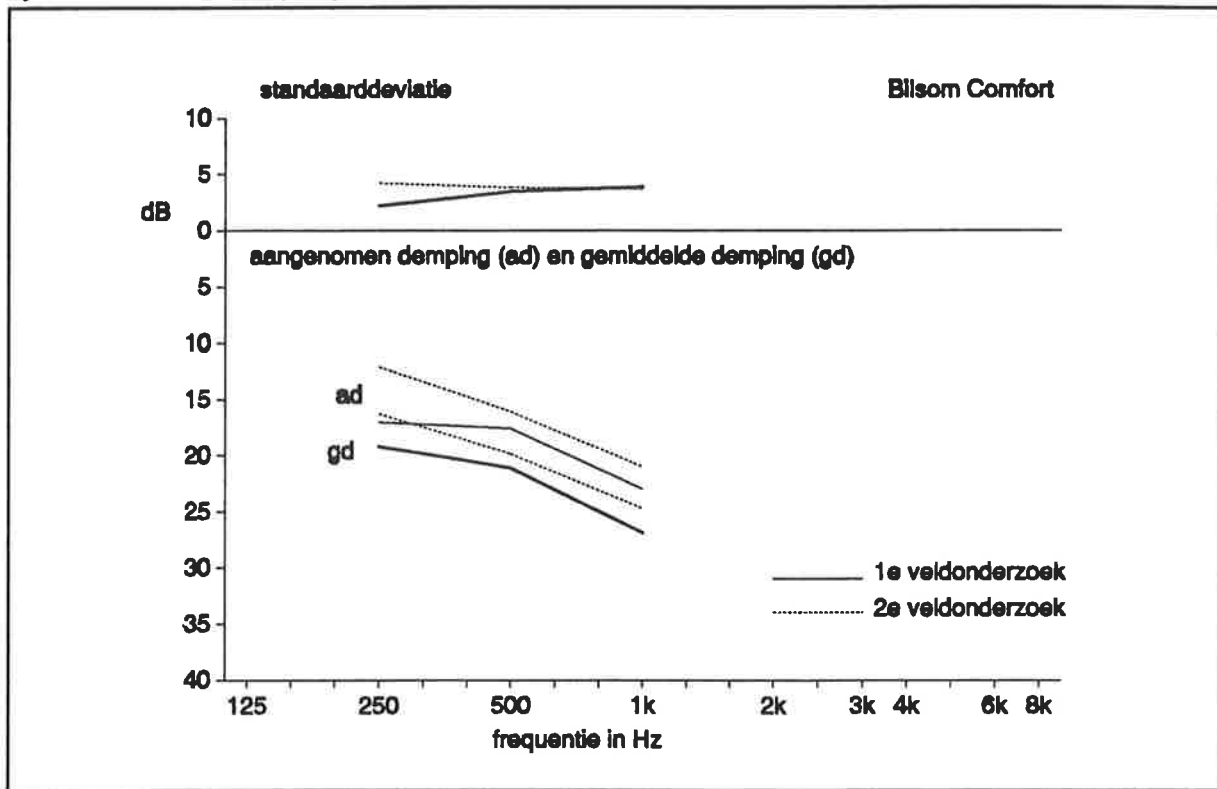
Figuur 1 Gemiddelde demping, aangenomen demping en standaarddeviaties in eerste en tweede veldonderzoek: kap Peltor H3



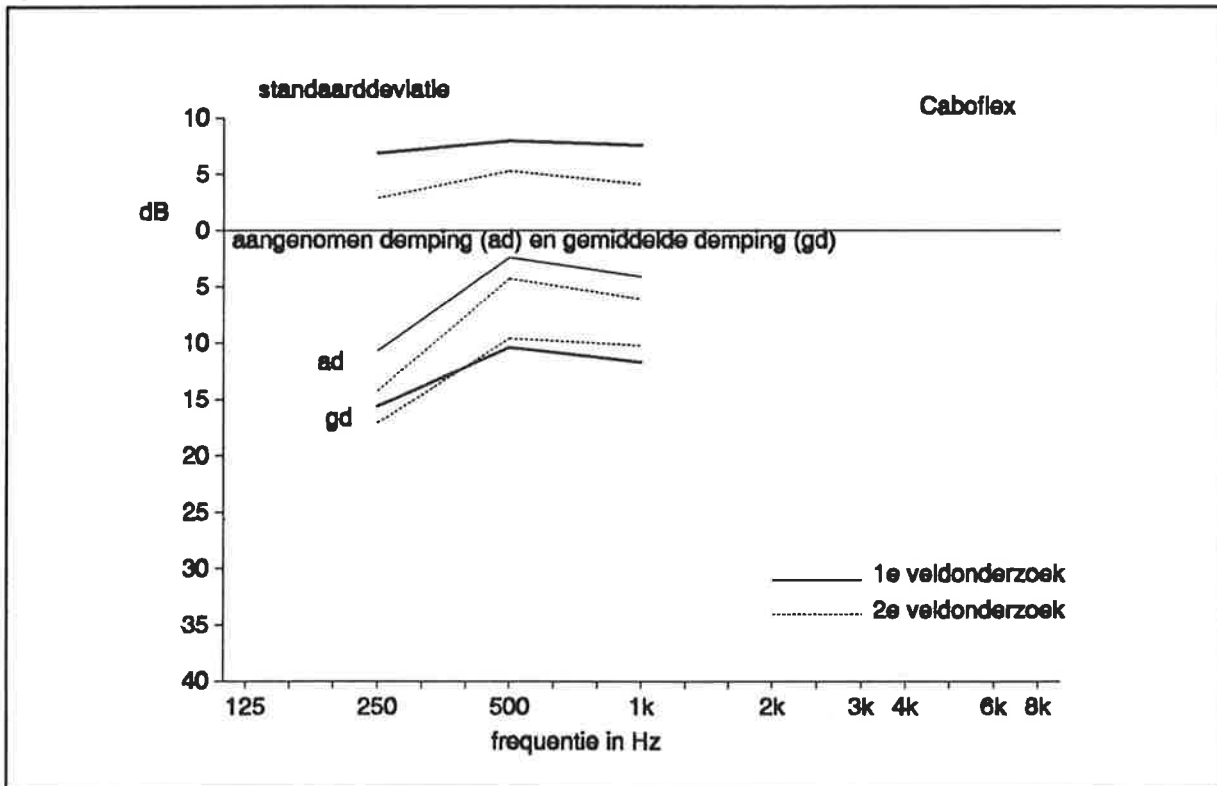
Figuur 2 Gemiddelde demping, aangenomen demping en standaarddeviaties in eerste en tweede veldonderzoek: kap MSA Mark IV



Figuur 3 Gemiddelde demping, aangenomen demping en standaarddeviaties in eerste en tweede veldonderzoek: kap Bilsom Comfort



Figuur 4 Gemiddelde demping, aangenomen demping en standaarddeviaties in eerste en tweede veldonderzoek: beugel Caboflex



4.2 Individuele vergelijking referentiekap methode

Per individu is nagegaan hoe groot het verschil is in de dempingswaarden in het eerste en tweede onderzoek. In tabel 6 zijn de gemiddelde verschillen per frequentie gegeven alsmede de standaarddeviatie in de verschillen. Het gemiddelde verschil bedraagt voor alle gemeten frequenties ruim 1 dB, dat wil zeggen dat in het tweede veldonderzoek de dempingswaarden ruim 1 dB lager zijn dan in het eerste veldonderzoek.

Ook is getoetst of er een significant verschil is tussen beide veldonderzoeken. Er is tweezijdig getoetst voor een betrouwbaarheid van 95%. Er blijken geen statistisch significante verschillen in dempingswaarden tussen beide onderzoeken te zijn.

Er is geen verdere splitsing gemaakt naar de verschillende typen en merken omdat het gemiddelde verschil vrijwel 0 is en de standaarddeviatie ook geen afwijkende waarde vertoont. De standaarddeviatie in een gehoordrempelmeting bedraagt ongeveer 3 dB [Passchier-Vermeer, e.a., 1988]. Omdat het hier gaat om het verschil van twee verschillen - de gehoordrempelmetingen - (verschil in dempingswaarden) kan een standaarddeviatie verwacht worden van twee maal 3 dB, dat wil zeggen zo'n 6 dB. De gemeten standaarddeviaties hebben zo ongeveer deze waarden.

Tabel 6 Resultaten voor de referentiekap methode: alle metingen.

n = 74	Frequentie in Hz		
	250	500	1000
Gemiddelde verschil dB	1,1	1,1	1,6
Standaarddeviatie dB	6,0	5,8	7,3
t-toets	1,64	1,60	1,92
Significant boven t = 1,99	NS	NS	NS

Een enkele werknemer heeft een nieuw gehoorbeschermingsmiddel van hetzelfde type en merk sinds het eerste veldonderzoek. Bij de analyse is hierin geen onderscheid gemaakt. Er is uiteraard gebruik gemaakt van dezelfde referentiekap als in het eerste veldonderzoek. Echter deze kap is na het tweede veldonderzoek meer dan 150 keer op- en afgezet. De aandrukkracht en hiermee de dempingswaarde kan teruggelopen zijn sinds het eerste veldonderzoek. Dit zou betekenen dat voor de eigen middelen (die over het algemeen relatief ouder zijn) wellicht een iets hogere demping berekend zou worden. Dit blijkt niet het geval te zijn.

4.3 Individuele vergelijking diepe kap methode

Ook voor de diepe kap methode is een individuele vergelijking gemaakt van de verschillen in dempingswaarden tussen het eerste en tweede veldonderzoek. Nu blijken er echter wel statistisch significante verschillen te zijn. Reden om per merk de gemiddelde individuele verschillen te beschouwen. In tabel 7 zijn de resultaten van alle diepe kap metingen weergegeven: gemiddeld verschil van 3 dB en een hoge standaarddeviatie. In tabellen 8 tot en met 11 zijn de waarden per merk gegeven. De otoplastieken van het merk ELCEA blijken geen statistisch significante verschillen in dempingswaarden te geven terwijl de otoplastieken van het merk VARIFOON wel statistisch significante verschillen geven. De oorrollen geven een grote standaarddeviatie bij alle frequenties en een hoog gemiddelde bij 250 en 500 Hz, de watten daarentegen een vrij normale standaarddeviatie, maar ook een hoog gemiddelde bij 500 Hz.

Tabel 7 Resultaten voor de diepe kap methode: alle metingen.

n = 122	Frequentie in Hz		
	250	500	1000
Gemiddelde verschil dB	3,0	3,0	2,1
Standaarddeviatie dB	8,6	9,2	8,6
t-toets	3,83	3,63	2,70
Significant boven t = 1,98	S	S	S

Tabel 8 Resultaten voor de diepe kap methode: otoplastieken, merk ELCEA.

n = 22	Frequentie in Hz		
	250	500	1000
Gemiddelde verschil dB	1,8	-0,7	3,6
Standaarddeviatie dB	6,1	6,6	9,1
t-toets	1,39	-0,48	1,88
Significant boven t = 2,07	NS	NS	NS

Tabel 9 Resultaten voor de diepe kap methode: otoplastieken, merk VARIFOON.

n = 26	Frequentie in Hz		
	250	500	1000
Gemiddelde verschil dB	4,2	5,4	3,8
Standaarddeviatie dB	9,1	9,1	7,9
t-toets	2,38	3,02	2,49
Significant boven t = 2,05	S	S	S

Tabel 10 Resultaten voor de diepe kap methode: schuimplastic rollen, merk EAR.

n = 50	Frequentie in Hz		
	250	500	1000
Gemiddelde verschil dB	4,1	3,5	1,9
Standaarddeviatie dB	8,9	9,9	8,3
t-toets	3,27	2,50	1,62
Significant boven t = 2,01	S	S	NS

Tabel 11 Resultaten voor de diepe kap methode: watten, merk BILSOM POP.

n = 18	Frequentie in Hz		
	250	500	1000
Gemiddelde verschil dB	1,9	3,9	0,6
Standaarddeviatie dB	6,7	6,8	6,6
t-toets	1,23	2,43	0,35
Significant boven t = 2,01	NS	S	NS

Om de hoge standaarddeviaties in de verschillen in dempingswaarden tussen het eerste en tweede veldonderzoek te verklaren is nader gekeken naar de verschillen in gehoordrempelmetingen, eerst zonder gehoorbeschermingsmiddel en daarna met middel in. In tabel 12 zijn de resultaten van de individuele verschillen in de gehoordrempelmetingen zonder middel weergegeven.

Tabel 12 Gemiddelde verschillen en standaarddeviaties in het verschil van de individuele gehoordrempelmetingen zonder middel, gemeten met de diepe kap methode, tussen eerste en tweede veldonderzoek.

Aantal (n)	Merk middel	Frequentie (Hz)			t-toets signif. als	Frequentie (Hz)		
		250	500	1000		250	500	1000
n = 122	gem.	-0,7	-1,8	-1,5	t > 1,98	-1,39	-3,53	-2,55
alle middelen	s.d.	5,2	5,8	6,6		NS	S	S
n = 22	gem.	-2,0	-3,0	-4,5	t > 2,07	-1,28	-1,52	-1,86
ELCEA grijs	s.d.	7,5	9,1	11,5		NS	NS	NS
n = 26	gem.	-0,6	-1,0	-0,4	t > 2,05	-0,74	-0,98	-0,54
VARIFOON	s.d.	4,0	5,0	3,6		NS	NS	NS
n = 50	gem.	-1,2	-1,8	-1,4	t > 2,01	-1,97	-2,94	-2,06
EAR rollen	s.d.	4,3	4,3	4,8		NS	S	S
n = 18	gem.	1,1	-2,8	-1,4	t > 2,10	1,10	-2,47	-1,36
BILSOM POP	s.d.	4,3	4,8	4,3		NS	S	NS
n = 120	gem.	-0,3	-1,4	-1,0	t > 1,98	-0,73	-3,33	-2,11
alle middelen	s.d.	4,4	4,5	5,0		NS	S	S
n = 20	gem.	0,0	-0,3	-1,5	t > 2,09	0,00	-0,33	-1,03
ELCEA grijs	s.d.	3,9	3,3	6,5		NS	NS	NS

In [Passchier-Vermeer, e.a., 1988] is gerapporteerd dat de standaarddeviaties van een gehoordrempelmeting bij een handbediende audiometer met vaste frequenties bij 500 en 1000 Hz respectievelijk 3,0 en 2,9 dB bedragen (waarden voor 250 Hz ontbreken). Als het om een *verschil* in gehoordrempelwaarden gaat dan bedraagt de standaarddeviatie $\sqrt{2}$ maal de standaarddeviatie in de enkelvoudige meting. Dat betekent dat de standaarddeviaties in het verschil waarden van ongeveer 4,2 dB aannemen. Uit tabel 12 blijkt dat de standaarddeviaties in het verschil voor de populaties die VARIFOON, EAR en POP gebruiken overeenkomen met de verwachte waarden van rond de 4,2 dB. Voor ELCEA zijn hogere waarden berekend en hierdoor ook voor alle middelen tezamen. Er blijkt één werknemer in de ELCEA populatie die in het tweede veldonderzoek een gehoordrempel had, zowel voor het linker- als het rechteroor, die 20 tot 35 dB hoger ligt dan in het eerste veldonderzoek. De dempingswaarden van het gehoorbeschermingsmiddel van deze persoon blijken echter normaal te zijn. Wanneer deze 'uitbijter' in de analyse wordt weggelaten dan stemmen de gemiddelde waarden en de standaarddeviaties van zowel de ELCEA populatie als van alle middelen tezamen redelijk goed overeen met de te verwachten waarden (zie onderste helft van tabel 12).

Dezelfde analyse is uitgevoerd voor de gegevens van de gehoordrempelmetingen met gehoorbeschermingsmiddel in (zie tabel 13). De eerdergenoemde uitbijter is hierbij uit de analyse gelaten. De standaarddeviaties zijn nu veel hoger. Deze standaarddeviatie is opgebouwd uit twee delen, namelijk een deel dat verklaard wordt uit de variatie in de gehoordrempelmeting en een deel dat verklaard wordt uit de variatie in dempingswaarden. Aangenomen is hierbij dat de variatie in de gehoordrempelmeting met middel in even groot is als die zonder middel en dat de variatie van de demping onafhankelijk is van de variatie van de methode. Het deel dat verklaard wordt door de variatie in dempingswaarden kan dan berekend worden uit:

$$sd_{\text{tot}}^2 = sd_m^2 + sd_d^2$$

waarin: sd_{tot} is de totale berekende standaarddeviatie, berekend uit de gehoordrempelmeting met middel (tabel 13);

sd_m is de standaarddeviatie van de meetmethode, deze is bekend uit de gehoordrempelmetingen zonder middel (tabel 12); en

sd_d is de standaarddeviatie in de dempingswaarden van de middelen.

In tabel 14 zijn de standaarddeviaties gegeven die verklaard worden door de dempingswaarden van de diverse middelen.

Tabel 13 Gemiddelde verschillen en standaarddeviaties van de individuele gehoordrempelmetingen met middel, gemeten met de diepe kap methode, tussen eerste en tweede veldonderzoek.

Aantal (n) Merk middel		Frequentie (Hz)			t-toets signif. als	Frequentie (Hz)		
		250	500	1000		250	500	1000
n = 120	gem.	2,8	1,8	1,1	t > 1,98	3,60	2,30	1,59
alle middelen	s.d.	8,5	8,5	7,8		S	S	NS
n = 20	gem.	2,3	-0,5	2,3	t > 2,09	1,62	-0,35	1,12
ELCEA grijs	s.d.	6,2	6,3	9,0		NS	NS	NS
n = 26	gem.	3,7	4,4	3,5	t > 2,05	2,04	2,63	2,29
VARIFOON	s.d.	9,2	8,6	7,7		NS	S	S
n = 50	gem.	2,9	1,7	0,5	t > 2,01	2,32	1,28	0,48
EAR rollen	s.d.	8,8	9,4	7,4		S	NS	NS
n = 18	gem.	3,1	1,1	-0,8	t > 2,10	1,69	0,87	-0,66
BILSOM POP	s.d.	7,7	5,4	5,3		NS	NS	NS

Het feit dat de som van de middelen apart minder is dan genoemd bij 'alle middelen' komt voort uit het feit dat er naast de vier genoemde middelen nog andere middelen in het onderzoek betrokken waren waarvan het aantal echter te gering is om een aparte analyse voor te voeren.

Tabel 14 De standaarddeviaties die verklaard worden uit de variatie in dempingswaarden tussen het eerste en tweede veldonderzoek.

Merk middel	Frequentie (Hz)		
	250	500	1000
Alle middelen	7,3	7,2	6,0
ELCEA grijs	4,8	5,4	6,2
VARIFOON	8,3	7,0	6,8
EAR rollen	7,7	8,4	5,6
BILSOM POP	6,4	2,5	3,1

De conclusie die hieruit getrokken kan worden is dat de standaarddeviatie die verklaard wordt uit de dempingswaarden van het gehoorbeschermingsmiddel tamelijk hoog is. Met andere woorden de spreiding in dempingswaarden van hetzelfde middel een aantal malen gemeten is groot. De dempingswaarden van een gehoorbeschermingsmiddel van één persoon zal niet iedere keer dezelfde waarden opleveren.

Metingen met behulp van de calibratieapparatuur waarbij de telefoons (met kap) van de diepe kap op verschillende posities ten opzichte van de microfoon werden geplaatst wijzen uit dat er met

ruisbanden slechts een verschil van maximaal 0,5 dB gemeten wordt tussen twee uiterste waarden (namelijk tussen de positie in het midden van de concentrische cirkels van de calibratieapparatuur en een uiterste stand daarbuiten).

Bij het otoplastiek VARIFOON is tijdens de metingen opgemerkt dat het stelschroefje waarmee de demping wordt ingesteld in een aantal gevallen los zat of gemakkelijk te verdraaien is. Één werknemer heeft dit schroefje zelfs helemaal vastgedraaid en vastgelijmd. Dit kan een verklaring zijn voor de hoge standaarddeviaties in de dempingswaarden van dit middel.

5. HET DERDE VELDONDERZOEK

Het derde veldonderzoek heeft plaatsgevonden in de periode van 10 tot en met 18 december 1992. Het onderzoek werd wederom uitgevoerd in de audiomobiel van het NIPG-TNO, met dezelfde apparatuur als in het eerste en tweede veldonderzoek.

Met betrekking tot de verkorte testmethode met de diepe kap is in het tweede veldonderzoek vastgesteld dat er kleine gemiddelde verschillen zijn tussen beide onderzoeksresultaten en dat er in een aantal gevallen de individuele dempingswaarden grote verschillen vertonen tussen eerste en tweede veldonderzoek.

De standaarddeviaties in de verschillen tussen individuele gehoordrempels *zonder* middel in eerste en tweede veldonderzoek hebben normale waarden. De standaarddeviaties in de verschillen tussen individuele gehoordrempelmetingen *met* middel in zijn veel groter. Het deel van deze standaarddeviatie dat verklaard wordt door de variatie in dempingswaarde blijkt groot te zijn.

Het is om bovengenoemde reden dat alleen de methode met de diepe kap herhaald is in het derde veldonderzoek. Belangrijk in dit derde veldonderzoek is de reproduceerbaarheid van de meetmethode met de diepe kap.

Er hebben 68 van de 79 werknemers van Hoogovens in geparticipeerd, die ook reeds aan het eerste veldonderzoek deelnamen. Bij 11 deelnemers kon geen derde onderzoek plaatsvinden vanwege diverse redenen: 4 zieken, 2 op vakantie, 1 uit dienst, 1 deelnemer droeg geen gehoorbescherming meer. Drie deelnemers uit het eerste onderzoek zijn naderhand overgestapt op een ander gehoorbeschermingsmiddel.

Van de resterende 68 deelnemers hebben er 9 niet aan het tweede veldonderzoek deelgenomen: 3 door ziekte, 4 op vakantie, 1 was de middelen kwijt en bij 1 deelnemer waren ze in reparatie. Tenslotte zijn er 5 deelnemers die wel in het tweede en derde onderzoek hebben deelgenomen maar die na het eerste onderzoek uitgeselecteerd zijn vanwege een ongeschikt audiogram.

Uit de analyses van het tweede veldonderzoek bleek dat bij één werknemer in de ELCEA populatie de gehoordrempel, zowel voor het linker- als het rechteroor, 20 tot 35 dB hoger te liggen dan in het eerste veldonderzoek. De dempingswaarden van het gehoorbeschermingsmiddel van deze persoon blijken echter normaal te zijn. Deze 'uitbijter' is in de navolgende analyses weggelaten.

Er blijven dus 52 deelnemers over waarvan de situatie tussen eerste, tweede en derde veldonderzoek qua gehoorbescherming geheel ongewijzigd is. Met de meetresultaten van deze deelnemers zijn de analyses uitgevoerd die hierna beschreven worden.

In tabel 15 zijn de aantallen deelnemers weergegeven, uitgesplitst naar type en merk gehoorbeschermingsmiddel, voor alle veldonderzoeken.

Ten behoeve van het bepalen van de gemiddelde demping en de standaarddeviatie zijn ook nog de metingen achterwege gelaten die te gering in aantal waren (zie laatste kolom tabel 15).

Tabel 15 Gemeten middelen, merken en aantallen.

type	Eerste veldonderzoek			Tweede en		derde onderzoek			
	aantal totaal	aantal na selectie→ merk	aantal	t.b.v. bepaling demping	onge- wij- zigd	t.b.v. bep. demp.	onge- wij- zigd	t.b.v. bep. demp.	
DIEPE KAP METHODE									
otoplastieken	31	29	Elcea grijs	12	12	10*	10*	7*	7*
			Elcea bruin	2	-	1	-	1	-
			Elcea geel	-	-	-	-	-	-
			Varifoon	15	15	13	13	11	11
			EARfoon	-	-	-	-	-	-
EAR	31	29	EAR	29	29	25	25	23	23
doppen	6	6	Willson	6	6	2	-	2	-
watten	11	10	Bilsom POP	10	10	9	9	8	8
	79	74		74	72	60	57	52	49

* De uitbijter (zie hoofdstuk 4.3) is hier weggelaten

6. ANALYSES DERDE VELDONDERZOEK

In het derde veldonderzoek geldt dezelfde vraagstelling als in het tweede veldonderzoek. De metingen en analyses zijn nu alleen voor de diepe kap methode uitgevoerd.

6.1 Dempingswaarden

De dempingswaarden van de gehoorbeschermingsmiddelen zoals die uit de meetgegevens van de drie veldonderzoeken bepaald kunnen worden zijn met elkaar vergeleken. Hiervoor zijn de meetgegevens van *dezelfde* groep werknemers gebruikt, die in alle drie de onderzoeken geparticipeerd hebben en steeds hetzelfde middel hebben gebruikt. In de laatste kolom van tabel 15 staan de aantallen per merk die uiteindelijk voor dit onderdeel overblijven. In tabel 16 zijn de dempingswaarden gegeven.

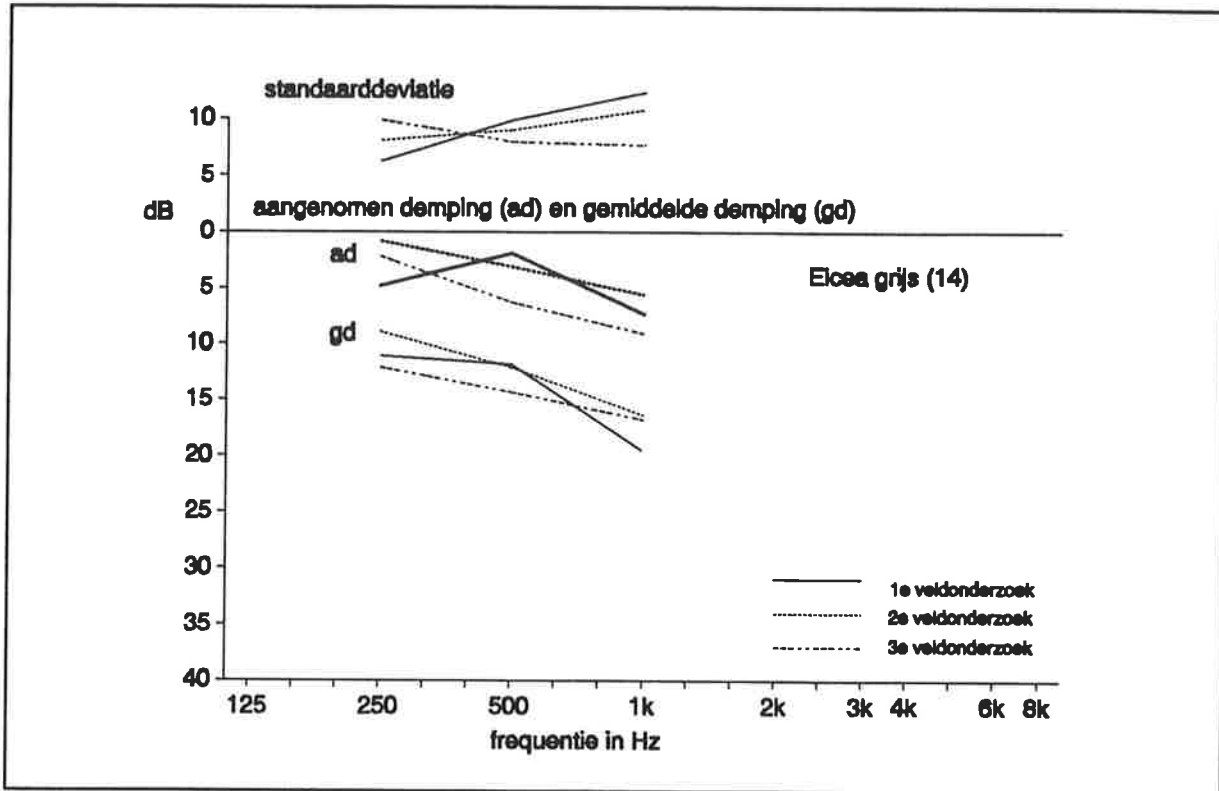
Tabel 16 Gemiddelde dempingswaarden en standaarddeviaties per middel en de aangenomen demping. Alle waarden in dB. Het aantal metingen per middel is gelijk aan 2x het aantal personen.

Onderzoeknr.	Type/merk	aantal n	Gemiddelde demping			Standaarddeviatie			Aangenomen demping		
			250	500	1000	250	500	1000	250	500	1000
1	Otoplastiek	14	11,1	11,8	19,6	6,3	9,9	12,3	4,8	1,9	7,3
2	ELCEA grijs	14	8,9	12,1	16,4	8,1	9,0	10,8	0,8	3,1	5,6
3		14	12,1	14,3	16,8	9,9	8,0	7,7	2,2	6,3	9,1
1	VARIFOON	22	21,4	26,1	30,0	8,0	9,3	10,6	13,4	16,8	19,4
2		22	16,6	19,3	25,9	8,4	10,5	9,8	8,2	8,8	16,1
3		22	16,6	21,4	25,2	10,2	9,8	9,5	6,4	11,6	15,7
1	Schuimplastic	46	21,8	24,0	25,3	8,7	10,8	9,1	13,1	13,2	16,2
2	prop E-A-R	46	17,3	20,1	22,9	8,3	8,6	8,1	9,0	11,5	14,8
3		46	16,8	19,1	22,3	8,6	9,2	9,0	8,2	9,9	13,3
1	Watten POP	16	7,2	11,9	15,6	9,2	8,3	8,6	-2,0	3,6	7,0
2		16	5,3	7,8	13,8	5,1	5,9	6,5	0,2	1,9	7,3
3		16	6,6	8,4	13,8	7,6	7,2	6,7	-1,0	1,2	7,1

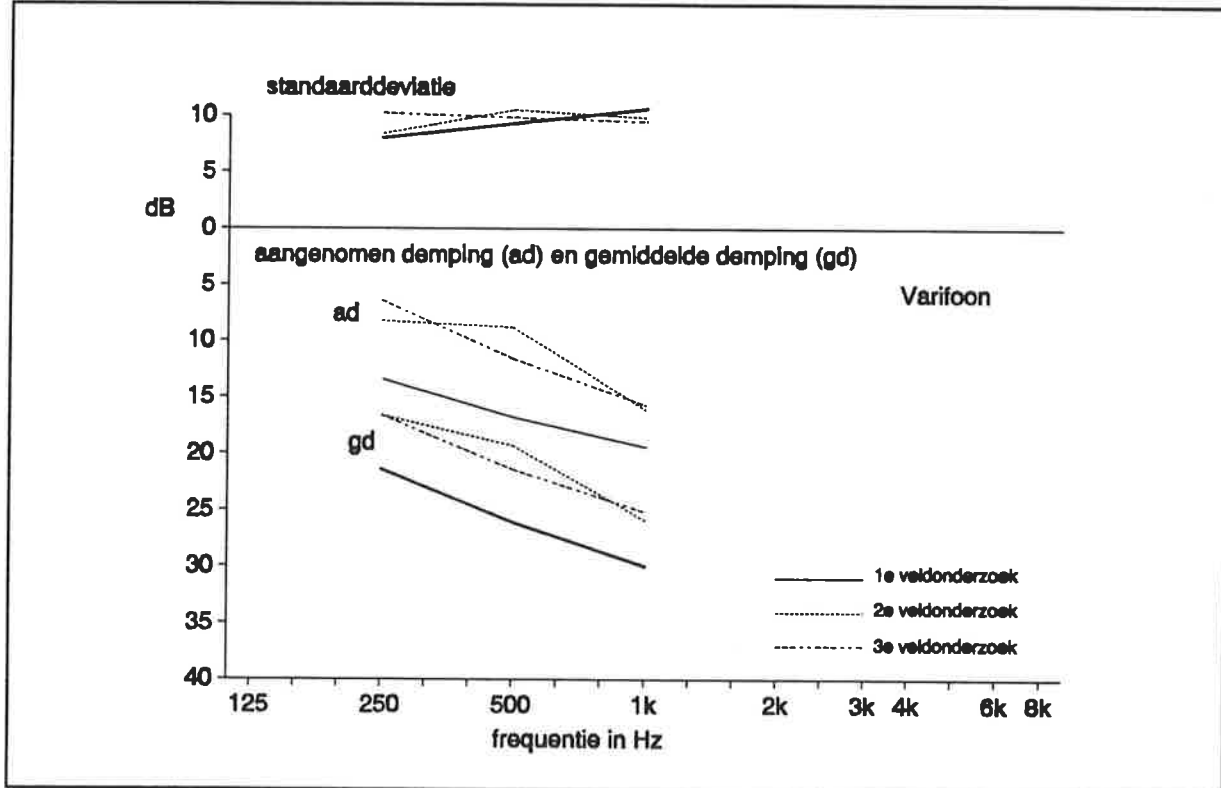
In algemene zin kan geconcludeerd worden dat het otoplastiek ELCEA met grijs filter in de praktijk slechts ongeveer 5 dB zal dempen, de VARIFOON daarentegen ruim 10 dB, de schuimplastic rollen eveneens ruim 10 dB en watten slechts ongeveer 2 dB. Hiervoor zijn de waarden bij 500 Hz van de aangenomen demping aangehouden. Deze lage waarden worden mede bepaald door de tamelijk hoge standaard deviaties bij vrijwel alle middelen: 7 à 11 dB.

Per merk zijn bovenstaande gegevens grafisch samengevat in de figuren 5 tot en met 8.

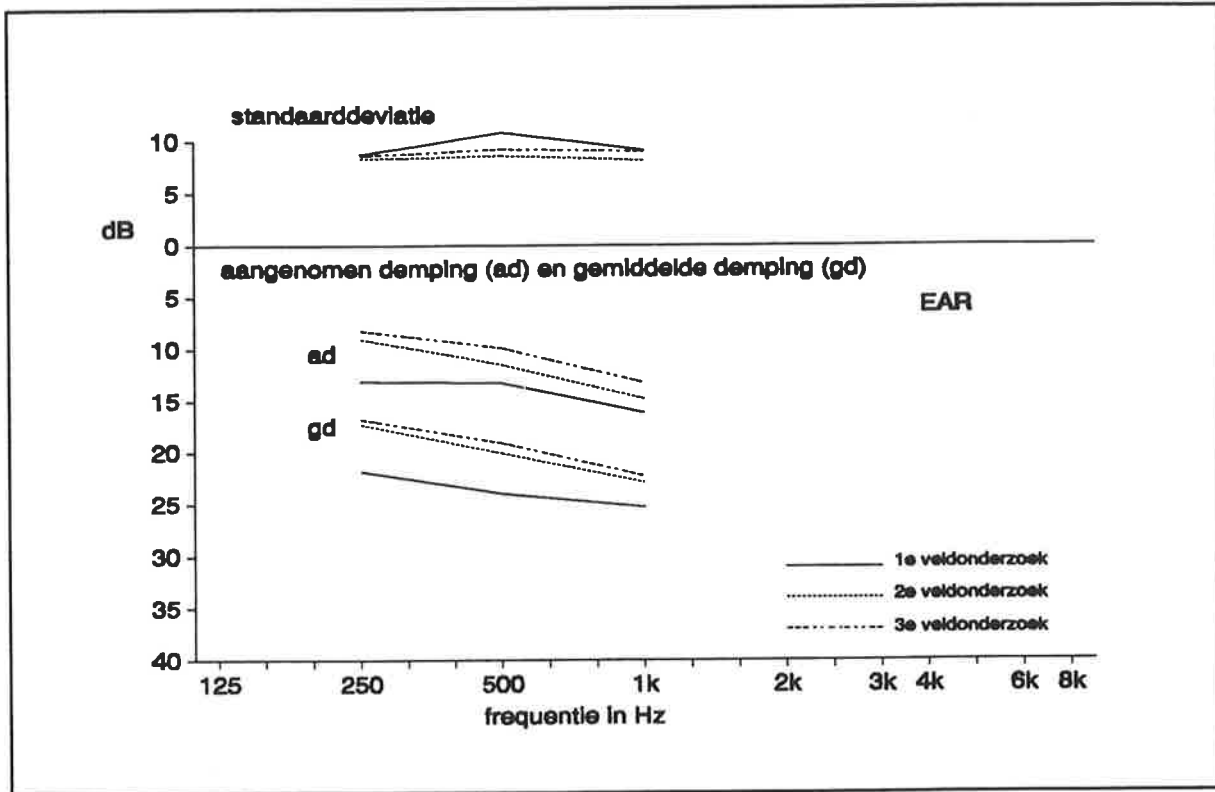
Figuur 5 Gemiddelde dempingswaarden en standaarddeviaties in de drie veldonderzoeken: Elcea grijs filter.



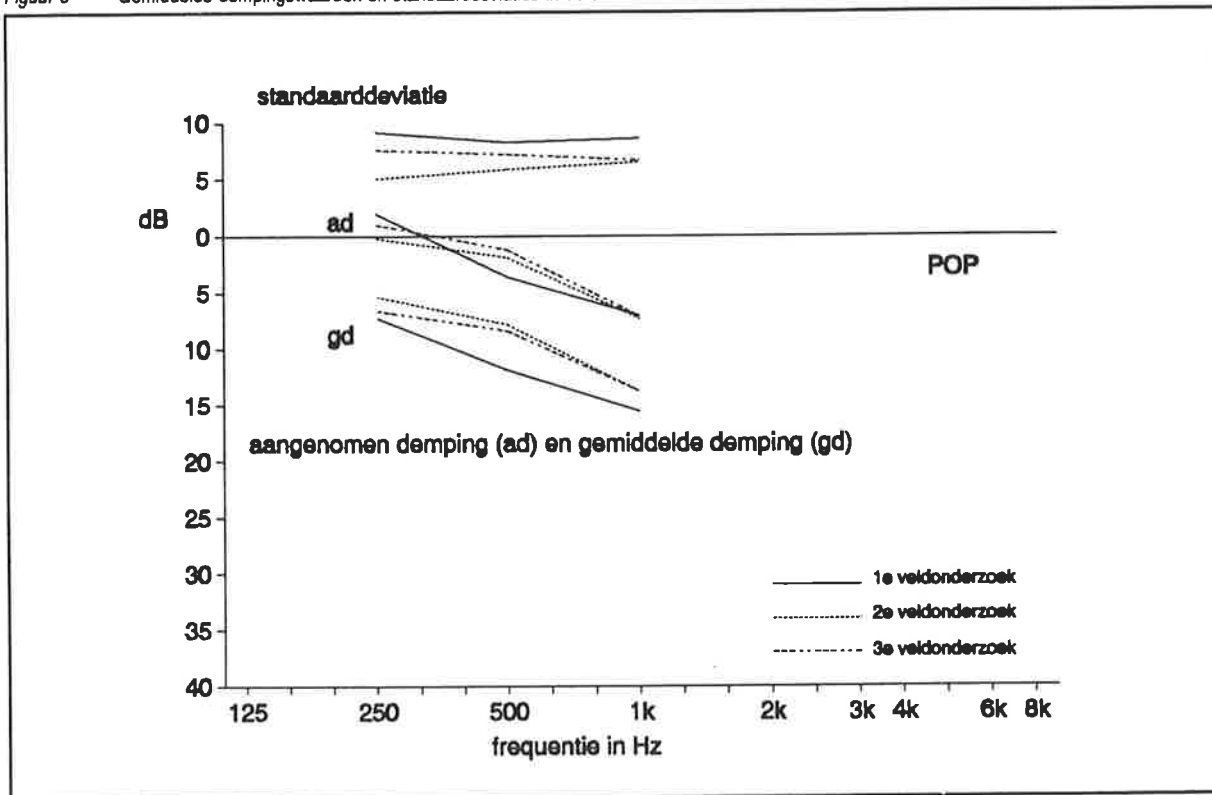
Figuur 6 Gemiddelde dempingswaarden en standaarddeviaties in de drie veldonderzoeken: Varifoon.



Figuur 7 Gemiddelde dempingswaarden en standaarddeviaties in de drie veldonderzoeken: EAR.



Figuur 8 Gemiddelde dempingswaarden en standaarddeviaties in de drie veldonderzoeken: POP.



6.2 Individuele vergelijking diepe kap methode

Ook voor de diepe kap methode is een individuele vergelijking gemaakt van de verschillen in dempingswaarden tussen de verschillende veldonderzoeken.

In tabel 17 zijn de resultaten van alle diepe kap metingen weergegeven.

De verschillen tussen het eerste en tweede veldonderzoek voor alle metingen tezamen (n=104) zijn gemiddeld het grootst: ruim 3 dB met een standaard deviatie van bijna 9 dB. Tussen het tweede en derde onderzoek zijn er nauwelijks verschillen (gemiddeld tussen -0,5 en +0,5 dB), ook de standaard deviaties zijn geringer (ongeveer 7,5 dB). De verschillen zijn ook niet significant.

Zoals te verwachten zijn de verschillen tussen eerste en derde onderzoek in dezelfde orde grootte als die tussen eerste en tweede onderzoek: gemiddelde verschillen iets minder dan 3 dB, maar wel significant.

De verschillen in gehoordrempelmetingen zonder het middel tussen de drie onderzoeken onderling verschillen nauwelijks (gemiddeld tussen 0 en 1 dB) en hebben een te verwachten standaarddeviatie van rond de 6 à 7 dB, tussen tweede en derde onderzoek zelfs minder dan 5 dB, maar door deze lage standaard deviatie wel significant verschillend.

De verschillen in de gehoordrempelmetingen met het middel in vertonen een hoge standaarddeviatie van 8 à 11 dB, de gemiddelde verschillen liggen rond de 0 à 2 dB, voor 500 en 1000 Hz niet significant verschillend.

In tabellen 18 tot en met 20 zijn de waarden per merk gegeven. De otoplastieken van het merk ELCEA blijken geen statistisch significante verschillen in dempingswaarden te geven terwijl de otoplastieken van het merk VARIFOON wel statistisch significante verschillen geven. De oorrollen geven een grote standaarddeviatie bij alle frequenties en een hoog gemiddelde bij 250 en 500 Hz, de watten daarentegen een vrij normale standaarddeviatie, maar ook een hoog gemiddelde bij 500 Hz.

Tabel 17 Gemiddelde verschillen, standaarddeviaties in het verschil en Student (t)-toets van de individuele dempingsmetingen tussen de verschillende veldonderzoeken. Alle waarden in dB.

					t-toets t = 1.99			
Verschil in demping:		250	500	1000	n	250	500	1000
1-2	gemiddelde	3,4	3,8	2,4	104	3,77	4,18	2,79
	s.d.	9,1	9,1	8,6		S	S	S
2-3	gemiddelde	-0,5	-0,4	0,5	104	-0,70	-0,51	0,66
	s.d.	7,7	7,7	7,4		NS	NS	NS
1-3	gemiddelde	2,8	3,4	2,8	104	3,22	3,81	3,40
	s.d.	9,0	9,0	8,5		S	S	S

					t-toets t = 1.99			
Drempelmeting zonder middel		250	500	1000	n	250	500	1000
1-2	gemiddelde	-0,2	-1,3	-0,9	104	-0,43	-3,29	-1,73
	s.d.	4,5	4,2	5,1		NS	S	NS
2-3	gemiddelde	0,3	0,3	0,6	104	0,67	0,74	1,29
	s.d.	4,4	4,6	4,6		NS	NS	NS
1-3	gemiddelde	0,1	-1,0	-0,3	104	0,21	-2,03	-0,52
	s.d.	4,6	5,1	5,6		NS	S	NS

					t-toets t = 1.99			
Drempelmeting met middel		250	500	1000	n	250	500	1000
1-2	gemiddelde	3,2	2,4	1,5	104	3,63	2,82	1,96
	s.d.	8,9	8,7	7,7		S	S	NS
2-3	gemiddelde	-0,2	-0,0	1,1	104	-0,31	-0,06	1,49
	s.d.	7,8	8,1	7,2		NS	NS	NS
1-3	gemiddelde	2,9	2,4	2,5	104	3,53	2,52	3,24
	s.d.	8,5	9,5	8,0		S	S	S

Tabel 18 Gemiddelde verschillen, standaarddeviaties in het verschil en Student (t)-toets van de individuele dempingsmetingen tussen de verschillende veldonderzoeken, gegeven per merk gehoorbeschermingsmiddel. Alle waarden in dB.

					t-toets t = 2.15			
ELCEA grijs		250	500	1000	n	250	500	1000
1-2	gemiddelde	2,1	-0,4	3,2	14	1,19	-0,19	1,19
	s.d.	6,7	7,2	10,1		NS	NS	NS
2-3	gemiddelde	-3,2	-2,1	-0,4	14	-1,40	-0,96	-0,15
	s.d.	8,6	8,4	9,2		NS	NS	NS
1-3	gemiddelde	-1,1	-2,5	2,9	14	-0,45	-1,02	1,27
	s.d.	8,9	9,2	8,4		NS	NS	NS

					t-toets t = 2.07			
VARIFOON		250	500	1000	n	250	500	1000
1-2	gemiddelde	4,8	6,8	4,1	22	2,33	3,51	2,34
	s.d.	9,6	9,1	8,2		S	S	S
2-3	gemiddelde	0,0	-2,0	0,7	22	0,00	-1,51	0,58
	s.d.	6,2	6,3	5,5		NS	NS	NS
1-3	gemiddelde	4,8	4,8	4,8	22	2,46	2,83	2,69
	s.d.	9,1	7,9	8,3		S	S	S

Vervolg tabel 18

Gemiddelde verschillen, standaarddeviaties in het verschil en Student (t)-toets van de individuele dempingsmetingen tussen de verschillende veldonderzoeken, gegeven per merk gehoorbeschermingsmiddel. Alle waarden in dB.

		t-toets t = 2.02						
EAR		250	500	1000	n	250	500	1000
1-2	gemiddelde	4,6	3,9	2,4	46	3,43	2,81	1,98
	s.d.	9,0	9,4	8,2		S	S	NS
2-3	gemiddelde	0,4	1,0	0,7	46	0,35	0,77	0,54
	s.d.	8,4	8,6	8,1		NS	NS	NS
1-3	gemiddelde	5,0	4,9	3,0	46	4,13	3,46	2,28
	s.d.	8,2	9,6	9,1		S	S	S

		t-toets t = 2.12						
WAT		250	500	1000	n	250	500	1000
1-2	gemiddelde	1,9	4,1	1,9	16	1,06	2,88	1,35
	s.d.	7,0	5,7	5,6		NS	S	NS
2-3	gemiddelde	-1,3	-0,6	0,0	16	-0,74	-0,43	0,00
	s.d.	6,7	5,8	5,0		NS	NS	NS
1-3	gemiddelde	0,6	3,4	1,9	16	0,39	2,80	1,06
	s.d.	6,3	4,9	7,0		NS	S	NS

Tabel 19

Gemiddelde verschillen, standaarddeviaties in het verschil en Student (t)-toets van de individuele gehoordrempelmetingen zonder middel in tussen de verschillende veldonderzoeken, gegeven per merk gehoorbeschermingsmiddel. Alle waarden in dB.

		t-toets t = 1.99						
ELCEA grijs		250	500	1000	n	250	500	1000
1-2	gemiddelde	0,4	-0,4	0,0	14	0,33	-0,38	0,00
	s.d.	4,0	3,5	7,1		NS	NS	NS
2-3	gemiddelde	-0,4	-0,4	-2,1	14	-0,33	-0,45	-2,20
	s.d.	4,0	3,0	3,6		NS	NS	S
1-3	gemiddelde	0,0	-0,7	-2,1	14	0,00	-0,54	-1,07
	s.d.	5,0	4,9	7,5		NS	NS	NS

		t-toets t = 2.07						
VARIFOON		250	500	1000	n	250	500	1000
1-2	gemiddelde	-0,7	-1,6	-0,7	22	-0,79	-1,62	-0,85
	s.d.	4,1	4,6	3,8		NS	NS	NS
2-3	gemiddelde	0,0	1,8	-0,2	22	0,00	1,54	-0,24
	s.d.	4,0	5,5	4,4		NS	NS	NS
1-3	gemiddelde	-0,7	0,2	-0,9	22	-0,92	0,23	-0,80
	s.d.	3,5	4,6	5,4		NS	NS	NS

		t-toets t = 2.02						
EAR		250	500	1000	n	250	500	1000
1-2	gemiddelde	-1,1	-1,5	-1,5	46	-1,67	-2,57	-2,12
	s.d.	4,4	4,0	4,9		NS	S	S
2-3	gemiddelde	0,2	-0,5	1,3	46	0,34	-0,79	1,98
	s.d.	4,3	4,7	4,5		NS	NS	NS
1-3	gemiddelde	-0,9	-2,1	-0,2	46	-1,45	-2,71	-0,31
	s.d.	4,1	5,2	4,8		NS	S	NS

Vervolg tabel 19

Gemiddelde verschillen, standaarddeviaties in het verschil en Student (t)-toets van de individuele gehoordrempelmetingen zonder middel in tussen de verschillende veldonderzoeken, gegeven per merk gehoorbeschermingsmiddel. Alle waarden in dB.

		t-toets t = 2.12						
WAT		250	500	1000	n	250	500	1000
1-2	gemiddelde	1,3	-2,2	-1,6	16	1,11	-2,22	-1,36
	s.d.	4,5	3,9	4,6		NS	S	NS
2-3	gemiddelde	1,9	1,6	2,2	16	1,35	2,14	2,22
	s.d.	5,6	2,9	3,9		NS	S	S
1-3	gemiddelde	3,1	-0,6	0,6	16	2,37	-0,58	0,54
	s.d.	5,3	4,3	4,6		S	NS	NS

Tabel 20 Gemiddelde verschillen, standaarddeviaties in het verschil en Student (t)-toets van de individuele gehoordrempelmetingen met middel in tussen de verschillende veldonderzoeken, gegeven per merk gehoorbeschermingsmiddel. Alle waarden in dB.

		t-toets t = 1.99						
ELCEA grijs		250	500	1000	n	250	500	1000
1-3	gemiddelde	2,5	-0,7	3,2	14	1,29	-0,39	1,26
	s.d.	7,3	6,8	9,6		NS	NS	NS
2-3	gemiddelde	-3,6	-2,5	-2,5	14	-1,56	-1,06	-1,02
	s.d.	8,5	8,8	9,2		NS	NS	NS
1-3	gemiddelde	-1,1	-3,2	0,7	14	-0,66	-1,23	0,84
	s.d.	6,0	9,7	3,2		NS	NS	NS

		t-toets t = 2.07						
VARIFOON		250	500	1000	n	250	500	1000
1-2	gemiddelde	4,1	5,2	3,4	22	2,00	2,73	1,96
	s.d.	9,6	9,0	8,2		NS	S	NS
2-3	gemiddelde	0,0	-0,2	0,5	22	0,00	-0,16	0,39
	s.d.	5,8	6,8	5,4		NS	NS	NS
1-3	gemiddelde	4,1	5,0	3,9	22	1,84	2,37	1,98
	s.d.	10,4	9,9	9,2		NS	S	NS

		t-toets t = 2.02						
EAR		250	500	1000	n	250	500	1000
1-2	gemiddelde	3,5	2,4	0,9	46	2,63	1,75	0,80
	s.d.	9,0	9,3	7,4		S	NS	NS
2-3	gemiddelde	0,7	0,4	2,0	46	0,50	0,31	1,74
	s.d.	8,8	9,5	7,6		NS	NS	NS
1-3	gemiddelde	4,1	2,8	2,8	46	3,55	2,00	2,17
	s.d.	7,9	9,6	8,8		S	NS	S

		t-toets t = 2.12						
WAT		250	500	1000	n	250	500	1000
1-2	gemiddelde	3,1	1,9	0,3	16	1,55	1,51	0,30
	s.d.	8,1	5,0	4,1		NS	NS	NS
2-3	gemiddelde	0,6	0,9	2,2	16	0,39	0,70	1,57
	s.d.	6,3	5,4	5,6		NS	NS	NS
1-3	gemiddelde	3,8	2,8	2,5	16	2,31	2,13	1,63
	s.d.	6,5	5,3	6,1		S	S	NS

In hoofdstuk 4.3 is uitgelegd dat de standaarddeviatie is opgebouwd uit twee delen, namelijk een deel dat verklaard wordt uit de variatie in de gehoordrempelmeting en een deel dat verklaard wordt uit de variatie in dempingswaarden. Aangenomen is hierbij dat de variatie in de gehoordrempelmeting met middel in even groot is als die zonder middel.

In tabel 21 zijn de standaarddeviatie gegeven die verklaard worden door de dempingswaarden van de diverse middelen.

Tabel 21 De standaarddeviaties die verklaard worden uit de variatie in dempingswaarden tussen de verschillende veldonderzoeken.

merk middel	frequentie (Hz)								
	250			500			1000		
	1-2	2-3	1-3	1-2	2-3	1-3	1-2	2-3	1-3
ALLE MIDDELEN	7,7	6,4	7,1	7,6	6,7	8,0	5,8	5,5	5,7
ELCEA grijs	6,1	7,5	3,3	5,8	8,3	8,4	6,5	8,5	0,0
VARIFOON	8,7	4,2	9,8	7,7	4,0	8,8	7,3	3,1	8,0
EAR	7,9	7,7	6,8	8,4	8,3	8,1	5,5	6,1	7,4
POP	6,7	2,9	3,8	3,1	4,6	3,1	0,0	4,0	4,0

Uit de tabel blijkt dat voor veel middelen bij vrijwel alle frequenties de waarde van de standaarddeviatie die verklaard wordt uit de dempingswaarden van het gehoorbeschermingsmiddel tamelijk hoog is. Met andere woorden de spreiding in dempingswaarden van hetzelfde middel een aantal malen gemeten is groot. De dempingswaarde van een gehoorbeschermingsmiddel van één persoon zal niet iedere keer dezelfde waarde opleveren.

7. CONCLUSIES

De algehele conclusie luidt dat met betrekking tot de testmethode met de referentiekap de meetresultaten zeer goed met elkaar sporen en dat met betrekking tot deze methode er geen principiële onderzoeksvragen meer zijn.

Met betrekking tot de verkorte testmethode met de diepe kap is in het tweede veldonderzoek vastgesteld dat er kleine gemiddelde verschillen zijn tussen beide onderzoeksresultaten en dat er in een aantal gevallen de individuele dempingswaarden grote verschillen vertonen als eerste en tweede veldonderzoek met elkaar worden vergeleken.

Hetzelfde kan gezegd worden wanneer het eerste en derde veldonderzoek met elkaar vergeleken worden. De verschillen in individuele dempingswaarden tussen het tweede en derde veldonderzoek zijn nihil. Ook de standaarddeviaties zijn iets lager. Deze verschillen blijken dan ook niet significant te zijn. (N.B. Alle t-toetsen zijn tweezijdig uitgevoerd met een betrouwbaarheid van 95%).

De standaarddeviaties in de verschillen tussen individuele gehoordrempels zonder middel in alle drie de onderzoeken hebben normale waarden. De standaarddeviaties in de verschillen tussen individuele gehoordrempelmetingen met middel in zijn veel groter. Het deel van deze standaarddeviatie dat verklaard wordt door de variatie in dempingswaarde blijkt groot te zijn.

LITERATUUR

BERG R van den, PASSCHIER-VERMEER W, CRIJNS H. Persoonlijke gehoorbeschermingsmiddelen in concrete arbeidssituaties. Experimentele fase, fase 1a. Leiden: Nederlands Instituut voor Praeventieve Gezondheidszorg-TNO, 1993a. Publ.nr. 93018.

BERG R van den, PASSCHIER-VERMEER W, CRIJNS H. Persoonlijke gehoorbeschermingsmiddelen in concrete arbeidssituaties. Fase 2: eerste veldonderzoek demping gehoorbeschermingsmiddelen. Leiden: Nederlands Instituut voor Praeventieve Gezondheidszorg-TNO, 1993b. Publ.nr. 93.020.

PASSCHIER-VERMEER W, BERG R van den, RÖVEKAMP AJM, REE D van der. Integrale gehoorbeschermingsprogramma's. Voorburg: DGA, 1988. S 36:107-11.

Reprografie: NIPG-TNO
Projectnummer: 3845