

EFFECTEN VAN

LAWAAI



FRANK VAN DIJK

EFFECTEN VAN LAWAAI OP GEZONDHEID EN WELZIJN IN DE INDUSTRIE

EFFECTEN VAN LAWAAI OP GEZONDHEID EN WELZIJN
IN DE INDUSTRIE

Onderzoeksproject m.b.t. extra-auditieve effecten van lawaai

door

F.J.H. van Dijk

Promotor: Prof. Dr. R.L. Zielhuis

Copromotor: Dr. J.H. Ettema

Het onderzoeksproject is uitgevoerd op het
Coronel Laboratorium van de Universiteit van Amsterdam,
met subsidie van het Directoraat-Generaal van de Arbeid,
Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid

EFFECTEN VAN LAWAAI OP GEZONDHEID EN WELZIJN

IN DE INDUSTRIE

Onderzoeksproject m.b.t. extra-auditieve effecten van lawaai

ACADEMISCH PROEFSCHRIFT

ter verkrijging van de graad van

doctor in de Geneeskunde

aan de Universiteit van Amsterdam,

op gezag van de Rector Magnificus

dr. D.W. Bresters

hoogleraar in de Faculteit der

Wiskunde en Natuurwetenschappen,

in het openbaar te verdedigen in de aula der

Universiteit (tijdelijk in het Wiskunde-

gebouw, Roetersstraat 15)

op donderdag 20 december 1984 om 16.00 uur precies

door

FRANCISCUS JOHANNES HENRICUS VAN DIJK

geboren te Breda

	pag
4. SECUNDAIRE ANALYSE CBS-ONDERZOEK	53
4.1. Inleiding	53
4.2. Materiaal en methoden	54
4.3. Resultaten	56
4.3.1. Algemeen	56
4.3.2. Arbeidsomstandigheden	56
4.3.3. Arbeidsomstandigheden en gezondheid	61
4.4. Discussie	63
4.5. Conclusies	66
5. BLOEDDRUK EN (NOR)ADRENALINE-UITSCHEIDING TIJDENS BLOOTSTELLING AAN LAWAAI	67
5.1. Inleiding	67
5.2. Materiaal en methoden	68
5.3. Resultaten	73
5.3.1. Lawaainiveau	73
5.3.2. Bloeddruk en polsfrequentie in lawaai	73
5.3.3. Catecholaminen tijdens blootstelling aan lawaai	79
5.3.4. Onderlinge verbanden	80
5.4. Discussie	82
5.5. Conclusies	83
6. INDUSTRIELAWAAI EN BLOEDDRUK, 's-HERTOGENBOSCH	84
6.1. Inleiding	84
6.2. Materiaal en methoden	84
6.3. Resultaten	86
6.3.1. Dienstjaren, leeftijd en bloeddruk	86
6.3.2. Lawaai en bloeddruk	86
6.4. Discussie	89
6.5. Conclusies	90
7. VERKENNEND ONDERZOEK IN DE INDUSTRIE	91
7.1. Inleiding	91
7.2. Materiaal en methoden	92
7.3. Resultaten	93
7.3.1. Algemeen	93
7.3.2. Bloeddruk en lawaai	94
7.3.3. Hinder en lawaai	94
7.4. Discussie	97
7.5. Conclusies	99
8. ONDERZOEK BIJ EEN SCHEEPSREPARATIEWERF	101
8.1. Inleiding	101
8.2. Materiaal en methoden	102

	pag
8.3. Resultaten	103
8.3.1. Respons	103
8.3.2. Lawaaimetingen	104
8.3.3. Vragenlijst	106
8.3.4. Bloeddruk, relatief gewicht, audiometrie	108
8.3.5. Effecten van het lawaainiveau	110
8.3.5.1. Bankwerkerij en scheepsmakerij	110
8.3.5.2. Lawaainiveauschatting	115
8.3.6. Effecten van blootstellingsduur	115
8.3.6.1. Aantal jaren op de afdeling	115
8.3.6.2. Zelf geschatte blootstellingsduur	120
8.3.7. Verbanden met lawaaihinder	120
8.3.8. Lawaaidoofheid en gezondheidseffecten	121
8.3.9. Vergelijking van overige arbeidsomstandigheden	121
8.3.10. Vergelijking van onderzoeksresultaten	125
8.4. Discussie	126
8.5. Conclusies	129
9. AFSLUITEND INDUSTRIE-ONDERZOEK	131
9.1. Inleiding	131
9.2. Materiaal en methoden	132
9.2.1. Onderzoekopzet en meetinstrumenten	132
9.2.2. Analysemethoden en statistiek	135
9.3. Algemene resultaten	138
9.3.1. Populatie en respons	138
9.3.2. Vragenlijst	139
9.3.3. Lawaai blootstelling	140
9.3.3.1. Huidig lawaainiveau	140
9.3.3.2. Totale lawaai blootstelling	143
9.3.4. Gehoorbescherming	146
9.3.5. Lawaai en andere arbeidsomstandigheden, leeftijd en gehoorbescherming	147
9.4. Effecten van lawaai blootstelling	149
9.4.1. Lawaai blootstelling en gehoorverlies door lawaai	150
9.4.2. Oorsuizen, duizeligheid en heesheid	152
9.4.2.1. Gehoorverlies door lawaai, oorsuizen, duizeligheid en heesheid	152
9.4.2.2. Lawaai blootstelling, oorsuizen, duizeligheid en heesheid	153
9.4.2.3. Stressverschijnselen, oorsuizen, duizeligheid en heesheid	155
9.4.3. Lawaai blootstelling en stressverschijnselen	157
9.4.4. Lawaai blootstelling en medicijngebruik	159
9.4.5. Lawaai blootstelling en bloeddruk	161
9.4.5.1. Correcties op de bloeddrukwaarden	161
9.4.5.2. Bloeddruk en lawaai	163

	pag
9.4.6. Lawaaiblootstelling en de wens tot werkverandering	167
9.5. Hinder van lawaai	167
9.5.1. Algemeen	167
9.5.1.1. Aantal werknemers met hinder van lawaai	167
9.5.1.2. Bijzonder storende geluiden	168
9.5.1.3. Lawaai-gevoelige werkzaamheden	169
9.5.2. Lawaaihinder en lawaainiveau	171
9.5.3. Lawaaihinder, leeftijd en arbeidsduur in lawaai	175
9.5.4. Lawaaihinder en gehoorverlies	176
9.5.5. Lawaaihinder en andere arbeidsomstandigheden	179
9.5.6. Lawaaihinder en gehoorbescherming	181
9.5.7. Lawaaihinder en de wens tot werkverandering	182
9.5.8. Lawaaihinder en stressverschijnselen	183
9.5.9. Lawaaihinder, medicijngebruik en bloeddruk	186
9.6. Discussie	187
9.7. Conclusies	193
10. DISCUSSIE	197
10.1. Onderzoekresultaten	197
10.2. Onderzoeksmodel	205
11. CONCLUSIES	210
12. BELEIDSAANBEVELINGEN	214
12.1. Algemeen	214
12.2. Beleidsaanbevelingen op ondernemingsniveau	215
12.3. Overheidsbeleid	216
12.4. Aanbevelingen voor nader onderzoek	220
13. SAMENVATTING (Nederlands)	223
SUMMARY	229
LITERATUUROPGAVE	235
BIJLAGEN	249
1. Onderzoeksafspraken (Voorwoord)	249
2. Factoranalyse arbeidsomstandigheden (hoofdstuk 4)	251
3. Lawaaihinder- en medicijngebruikindex (hoofdstuk 8)	252
4. Bloeddrukmetervergelijking (hoofdstuk 9)	254
5. Vragenlijst en antwoorden (hoofdstuk 9)	255
6. Indexen (hoofdstuk 9)	264
7. Gehoorverliesklassen (hoofdstuk 9)	266

Strikt genomen dient het woord 'lawaaï' gereserveerd te worden voor *ongewenst geluid*. Bij hogere geluidsniveaus zoals heersend in de produktie-afdelingen in de industrie, wordt begrijpelijkerwijs, vrijwel uitsluitend gesproken over 'lawaaï'. Dit blijkt ook uit de woorden 'lawaaïbestrijding' en 'lawaaïdoofheid'. Daarom wordt in dit proefschrift vrijwel overal de term 'lawaaï' gebruikt.

Errata

- pg. 14 Tabel 2.1: Rövekamp 1980 eerste regel,
 n.s., moet zijn: + n.s.
- pg. 17 Tabel 2.2: - Klotzbücher en Fichtel 1978 tiende
 regel, ergometer 30 W, moet zijn:
 rekenopg. + fietsergometer 30 W.
 - Arvidsson en Lindvall 1978 derde
 regel, rekentest zonder, moet
 zijn: rekentest zonder lawaai.
- pg. 26 onderschrift Figuur 2.3 moet zijn:
 (→ geeft de beïnvloedingsrichting aan,
 --→ geeft de invloed van specificerende varia-
 belen aan).
- pg. 69 bijschrift bij illustratie, opstelling + lawaai-
 meter, moet zijn: schuurarbeid, geperforeerde
 oorkap, bloeddrukmeter
- pg. 70 bijschrift bij illustratie moet zijn: lawaai-
 dosismeter
- pg. 79 Tabel 5.2, $p < .05$ moet zijn $p > .05$
- pg. 132 3 r.v.o. serumproppen moet zijn: cerumen-
 proppen
- pg. 183 1 r.v.o. ($\leq .20$ tot $r \leq .48$) moet zijn:
 ($.20 \leq r \leq .48$)
- pg. 214 1 r.v.b. Beleidsaanbevelingen moet zijn:
 Beleidsaanbevelingen
- pg. 230 3 r.v.o. Effects moet zijn: Efforts

VOORWOORD

Dit proefschrift kan men vergelijken met een toneel- of film-
productie: aan het uiteindelijke resultaat heeft een groot aantal
mensen bijgedragen. Het eindprodukt moet daarom gezien worden als
de presentatie van een werkstuk van velen, ongeacht de eindver-
antwoordelijkheid van de auteur.

Het onderzoekproject is uitgevoerd vanuit het *Coronel Laborato-
rium van de Universiteit van Amsterdam*. Jos Verbeek, Anneke
Souman en Frank van Dijk werkten aan het project als wetenschap-
pelijke medewerker. Frank de Vries heeft aan alle onderzoeken
meegewerkt en was in het bijzonder verantwoordelijk voor de statis-
tische bewerkingen. Helen Fertigova, Vincent Maarschalkerweerd en
Petri Blinkhof werkten tijdelijk mee als kandidaats- of doctoraal-
assistent. Paul Knipschild hielp het onderzoek opstarten. Herman
Sallé gaf statistische adviezen. Fanneke Cnossen heeft al het type-
werk voor het proefschrift verricht. Maartje van de Poel heeft de
verzameling van literatuurgegevens verzorgd. Greet de Graaf heeft
de grafieken getekend en heeft een aantal rapporten getypt. Alex
Tollenaar was verantwoordelijk voor de productie van onderzoeks-
rapporten. Anneke van Schijndel en Dely Greydanus hebben meege-
werkt als laborante. Jan Ettema heeft het project als projectcoör-
dinator en co-promotor voortdurend bijgestaan. Prof. Zielhuis gaf
onvermoeibaar stimulerende adviezen en kritiek.

Wetenschappelijke adviezen zijn verkregen van een groot aantal
medewerkers van het Coronel Laboratorium en van de Stichting
CCOZ en van Willie Passchier-Vermeer, Ton Rövekamp en Henk
Miedema van het Instituut voor Milieuhygiëne en Gezondheidstech-
niek-TNO. Via het Steinmetz-archief kregen wij toegang tot CBS-
gegevens voor secundair onderzoek. Catecholamine bepalingen
werden uitgevoerd door B. Oosterhuis van het Wilhelmina Gasthuis te

te Amsterdam. Met C.R. de Winter van het NIPG-TNO is samengewerkt in een secundaire analyse op door het NIPG verzamelde gegevens.

De veldonderzoeken zijn uitgevoerd in nauwe samenwerking met een groot aantal *bedrijfsgezondheidsdiensten*, te weten de BGD Amsterdam-Oostenburg, de BGD 's-Hertogenbosch, de BGD Hoogovens, de Rijksgeneeskundige Dienst, de BGD Groningen, de BGD De Schelde, de BGD Fokker en de BGD Haarlem. De praktische uitvoering van de meeste veldonderzoeken was in handen van medewerkers van deze diensten zoals audiometristen, bedrijfsverpleegkundigen, arbeidshygiënist en bedrijfsartsen, soms bijgestaan door veiligheidskundigen. Deze medewerkers hebben veel tijd en energie besteed aan het onderzoek en hadden soms ook een belangrijke inhoudelijke bijdrage door kritische opmerkingen. Een speciale vermelding verdient Harrie van Huygenvoort, bedrijfshygiënist van de BGD 's-Hertogenbosch, die zelf een veldonderzoek heeft uitgevoerd, dat achteraf is bewerkt door het Coronel Laboratorium.

Essentieel tenslotte was de bereidwillige medewerking van een groot aantal *werknemers*, nadat *ondernemingsraden en directies* toegestemd hadden in het onderzoek. Vooraf werden onderzoeksafspraken gemaakt m.b.t. uitvoering van het onderzoek, privacy van gegevens en rapportage (zie Bijlage 1).

Tot slot dient vermeld te worden dat het onderzoeksproject mogelijk werd gemaakt door subsidie, verleend door het *Directoraat-Generaal van de Arbeid (Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid)*.

1 INLEIDING

Dit onderzoek naar extra-auditieve effecten van langdurige blootstelling aan industrielawaai is voortgekomen uit eerder verricht onderzoek op het Coronel Laboratorium. In gebieden met meer vliegtuiglawaai rond Schiphol werd bij relatief meer mensen een te hoge bloeddruk gemeten en een pathologische hartvorm geconstateerd (Knipschild, 1976a). Laboratoriumonderzoek gaf aanwijzingen dat kortdurende blootstelling aan verkeers-, vliegtuig- of industrielawaai leidt tot veranderingen van bloeddruk, ademhaling, polsfrequentie en sinusaritmie (Moskov, 1976). Knipschild (1976b, 1977a) verrichtte daarom een eerste literatuurverkenning naar de mogelijke invloed van lawaai in de industrie op de bloeddruk van de werknemers. Hieruit kwamen enige aanwijzingen dat industrielawaai inderdaad kan bijdragen tot het ontstaan van hart- en vaatziekten. De relevantie van onderzoek naar auditieve en extra-auditieve effecten in de industrie werd onderstreept door een onderzoek van Paschier-Vermeer (1976), waaruit bleek dat één derde van de ruim één miljoen mensen die werken in de Nederlandse industrie, dagelijks wordt blootgesteld aan een geluidsniveau hoger dan 85 decibel (dB(A)). Geconcludeerd kan worden dat toentertijd bijna 600.000 mensen in de industrie werden blootgesteld aan 80 dB(A) of meer.

Deze bevindingen waren voor het Coronel Laboratorium aanleiding om bij het Directoraat-Generaal van de Arbeid (destijds Ministerie van Sociale Zaken) subsidie aan te vragen voor een onderzoek in de industrie. De vraagstelling voor het onderzoek luidde: "Is er bij verhoogde blootstelling aan industrielawaai naast een verhoogde kans op het optreden van lawaaidoofheid bij de arbeiders in de industrie tevens sprake van een verhoogde kans op het optreden van extra-auditieve pathologische verschijnselen, in het bijzonder van het hartvaatsysteem en van de biochemische samenstelling in het bloed?" Nadat de subsidie was toegezegd kon het onderzoek in 1978 van start gaan.

Het project is begonnen met een literatuuronderzoek (Verbeek et al, 1979) Vervolgens zijn een achttal onderzoeken uitgevoerd waarvan een groot aantal mensen hebben meegewerkt (zie Voorwoord). Tenslotte zijn de onderzoeken bewerkt voor dit proefschrift.

Het proefschrift begint met een literatuuroverzicht waarin ook recente publikaties zijn verwerkt. Daarna volgt een hoofdstuk over de vraagstelling en de globale onderzoeksopzet. In zes hoofdstukken worden vervolgens de verrichte onderzoeken weergegeven. Tot slot volgen de discussie, conclusies, beleidsaanbevelingen en een samenvatting.

2 LITERATUURBESPREKING

2.1. Inleiding

In 1979 verscheen een literatuuroverzicht van epidemiologisch onderzoek naar effecten van industrielawaai op de gezondheid, anders dan lawaaidoofheid (Verbeek, J. et al)*. Geconcludeerd werd dat het zeer waarschijnlijk is dat industrielawaai onder bepaalde, veel voorkomende condities, hypertensie kan veroorzaken en daardoor een bijdrage levert aan het ontstaan van ischaemische hartziekten. Andere conclusies waren dat er aanwijzingen bestaan dat industrielawaai nervositeit, slaapklachten en maagdarfstoornissen zoals ulcera kan veroorzaken. In de discussie wordt gesteld dat de beoordeling van de onderzoeksresultaten moeilijk is. In een aantal onderzoeken is geen rekening gehouden met confounders zoals de leeftijd en er werd soms onvoldoende informatie gegeven over de wijze van meting van bijv. de bloeddruk. In het artikel werd tenslotte aangedrongen op nader onderzoek, waarbij o.a. gepleit werd voor onderzoek naar hinder van lawaai omdat hierover weinig bekend is.

Het grote aantal experimentele en veldonderzoeken verhindert een gedetailleerde bespreking ervan in dit proefschrift. De nadruk is daarom deels gelegd op het aanbrengen van een structuur in de vele onderzoeksresultaten, deels op een meer gedetailleerde bespreking van een beperkt aantal onderwerpen. In een algemeen overzicht over mogelijke extra-auditieve effecten (2.2) is getracht de diverse effecten in te delen in een aantal categorieën. Vervolgens wordt de literatuur m.b.t. veranderingen in bloeddruk en (nor)-adrenaline-uitscheiding tijdens blootstelling aan lawaai gedetailleerd besproken (2.3). In 2.4 wordt aandacht besteed aan methodologische problemen bij onderzoek naar de invloed van jarenlange lawaai-

*) Aan deze publicatie waren twee publicaties van Knipschild (1976b, 1977a) over hetzelfde onderwerp voorafgegaan.

blootstelling op de bloeddruk. Onderzoek naar de invloed van lawaai op oorsuizen en duizeligheid wordt in 2.5 behandeld. Tot slot wordt in 2.6 een beeld geschetst van mogelijke effecten van lawaai op het functioneren van de werknemer, op het ervaren van hinder en op het ontstaan van stressverschijnselen. In 2.7 volgt dan nog een samenvatting.

2.2. Extra-auditieve effecten, een overzicht

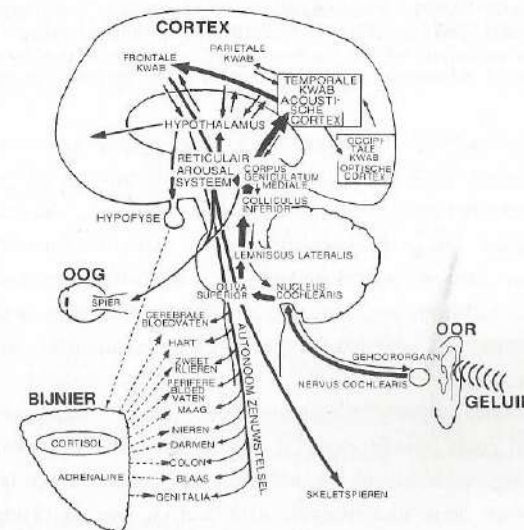
In deze paragraaf wordt eerst het verschil tussen extra-auditieve en auditieve effecten van lawaai toegelicht. Daarna wordt kort weergegeven op welke (fysiologische) wijze de effecten kunnen ontstaan. Tot slot volgt een indeling van de effecten in een beperkt aantal categorieën*.

Extra-auditieve effecten van lawaai kunnen omschreven worden als alle effecten op de gezondheid en het welzijn, met uitzondering van effecten op het gehoororgaan. Deze effecten zijn te beschouwen als niet-specifiek voor lawaai, in de betekenis dat ook andere omstandigheden tot deze effecten kunnen leiden. Effecten op het gehoororgaan, de *auditieve effecten*, zijn daarentegen te beschouwen als specifiek d.w.z. als effecten die (vrijwel) uitsluitend optreden als gevolg van blootstelling aan lawaai. Dit is te verklaren vanuit de bijzondere gevoeligheid van het gehoororgaan voor geluidsgolven. Tijdelijke en blijvende lawaaidoorloofheid, recruitment en oorsuizen zijn bijvoorbeeld auditieve effecten.

Bij uitzonderlijk hoge lawaainiveaus (> 110 dB) wordt aangenomen dat geluidsgolven direct kunnen aangrijpen op andere organen dan

*) Voor deze paragraaf is o.a. gebruik gemaakt van reviews zoals van: Andreeva-Galanina et al 1969; Anticaglia en Cohen 1970; Broadbent 1980; Cohen 1973a en 1973b; Von Eiff et al 1983; Ettema 1976; Ettema et al 1980; Franco 1981; Grandjean 1959; Jansen 1973 en 1981; Jansen en Gros 1978; Keuss en Van der Molen 1980; Klosterkötter 1973 en 1975; Klotzbücher 1976a; Kryter 1970 en 1972; Kryter en Poza 1980; McLean en Tarnopolsky 1977; Merluzzi 1979; Möller 1977; Rehm 1983; Scheidt en Brückner 1981; Westman en Walters 1981

het gehoororgaan. Beschreven zijn evenwichtsstoornissen, visuele stoornissen en veranderde maagdarmpéristaltiek. In verreweg de meeste gevallen treden extra-auditieve effecten echter op als reacties op stimuli afkomstig van het gehoororgaan. De wijze waarop geluid via het gehoororgaan kan leiden tot extra-auditieve reacties in diverse orgaansystemen, wordt in figuur 2.1 schematisch weergegeven en in het hiernavolgende kort besproken.



Figuur 2.1. Verwerking van geluidssignalen door de hersenen (naar Westman en Walters, 1981).

Het gehoororgaan stuurt signalen naar de acoustische cortex in de temporale kwab waardoor wij ons het geluid bewust worden. Dit cortexgebied is o.a. verbonden met cortexgebieden die informatie ontvangen van andere zintuigen. Het gehoororgaan staat daarnaast in verbinding met het reticulair arousal systeem (RAS), waardoor hogere cerebrale centra zoals de cortex worden geactiveerd. Dit heeft een toename van de algemene alertheid tot gevolg. Van het RAS gaan tevens stimuli naar het autonoom zenuwstelsel in de hypothalamus en daarmee indirect ook naar het bijniermerg ((nor)adrenaline-uitscheiding). Via dit zenuwstelsel wordt een groot aantal functies en organen primair op lichamelijke actie voorbereid (orthosympatische stimulering), secundair wellicht in balans gehouden door versterkte parasympatische stimulering. Het RAS heeft via de hypothalamus ook verbindingen met de hypofyse, m.n. met het gedeelte dat de bijnieren kan stimuleren tot de produktie van cortisol. Tot slot staat het RAS in contact met het limbische systeem, van belang voor emoties en stemming. Een bijzondere route voor prikkels vanuit het gehoororgaan loopt naar zenuwbanen in de hersenstam, verantwoordelijk voor bepaalde motorische reflexen zoals de startle (schrik) reflex.

Om extra-auditieve effecten nader te onderzoeken, kan een indeling nuttig zijn in verschillende categorieën. Besloten is tot een indeling in lichamelijke effecten, vestibulaire effecten, functionele en belevingseffecten en stressverschijnselen. Onder lichamelijke effecten worden diverse reflexmatige en 'vegetatieve' verschijnselen gerangschikt. Effecten op psychofysiologische functies als waarneming en geheugen en daardoor op werk of communicatie, zijn samengevat als functionele effecten.

In onderstaand overzicht zijn een groot aantal mogelijke effecten weergegeven, zoals beschreven in de literatuur, ingedeeld in de genoemde categorieën alsook in effecten op korte en op lange termijn. Resultaten van dierproeven zijn buiten beschouwing gelaten omdat geluid voor dieren een andere betekenis kan hebben dan voor mensen. Slaapverstoring door lawaai tijdens de slaap, is niet vermeld, omdat de aandacht gericht is op effecten tijdens het werk. Bij effecten op lange termijn is uitgegaan van epidemiologisch onderzoek naar effecten van lawaai op het werk omdat vliegtuig- en verkeerslawaai effecten kunnen veroorzaken doordat de slaap verstoord wordt, wat bij lawaai op het werk behoudens enkele uitzonderingen, geen rol speelt.

Overzicht van mogelijke extra-auditieve effecten van lawaai

Effecten tijdens of kort na blootstelling

1. lichamelijke effecten: schrikreflex (startle response)
toename hartfrequentie, bloeddruk m.n. diastolisch, pupilgrootte, ademhalingsfrequentie, (nor)adrenaline- en cortisoluitscheiding, glucose- en vrij vetzuurgehalte in bloed, arousal (EEG), skeletspierspanning, energiegebruik
2. vestibulaire effecten: duizeligheid, nystagmografische afwijkingen
3. functionele effecten, belevingseffecten en stressverschijnselen
functioneel: concentratiestoornissen, communicatieproblemen (heesheid en keelpijn), verstoring van auditieve en visuele perceptie, verminderde geheugen capaciteit, ongevallen, meer fouten in het werk, verminderde produktie, veranderde taakstrategie

beleving: hinder, irritatie, ontevredenheid, angst

stressverschijnselen: vermoeidheid, hoofdpijn, agressie, gespannenheid, slaapstoornissen (na lawaai blootstelling)

Effecten op lange termijn

1. lichamelijke effecten: hoge bloeddruk, hartafwijkingen (EEG-afwijkingen), effecten op centraal zenuwstelsel, maagzweren
2. vestibulaire effecten: duizeligheid, nystagmografische afwijkingen
3. functionele effecten, belevingseffecten en stressverschijnselen: functioneel: verminderde onderlinge contacten (stembandafwijkingen), verwaarlozing van concentratie-afhankelijke taken,

kwalitatieve en/of kwantitatieve productievermindering

beleving: hinder, ontevredenheid, slechtere werksfeer

stressverschijnselen: chronische stressverschijnselen, apathie en depressie

Drempelwaarden, waaronder geen effecten van lawaai optreden, zijn moeilijk aan te geven omdat deze o.a. afhankelijk zijn van het soort geluid, de (on)bekendheid met het geluid en het al dan niet functioneel gestoord worden door het geluid. Een oudere indeling zoals van Lehman: van 30 tot 65 dB(A) primair alleen psychische effecten en van 65 tot 90 dB(A) ook primair vegetatieve effecten (geciteerd door: Klosterkötter, 1974), is niet houdbaar gebleken. Hetzelfde geldt voor de indeling van Jansen (1973): tussen 60 en 75 dB(A) mogelijke, tussen 75 en 85 dB(A) duidelijke vegetatieve reacties en daarboven risico op algemene gezondheidsschade. Een verlaging van de elektrische huidweerstand is bijv. reeds registreerbaar wanneer een geluidsniveau van 40 dB(A) tijdelijk wordt verhoogd tot 43 dB(A) (Klosterkötter, 1974).

Bij verschillende *lichamelijke effecten op korte termijn*, genoemd in de literatuur, moet echter een vraagteken gezet worden. Geconstateerd is bijv. dat vasoconstrictie optreedt bij een deel van de proefpersonen, terwijl bij een ander deel vasodilatatie optreedt, mogelijk t.g.v. individuele responspecificiteit. Een toegenomen hartfrequentie wordt soms gevolgd door juist een afname van de frequentie. In andere onderzoeken is alleen een significante gemiddelde afname gevonden. Toch is over effecten op korte termijn het meest bekend omdat er veel onderzoek naar verricht is.

In sommige beschouwingen wordt een onderscheid gemaakt tussen een oriëntatiereactie en een N-respons (N=noise). De *oriëntatiereactie* zou voortkomen uit het richten van de aandacht op een onbekende geluidsbron. Hoofd en ogen worden gericht naar de bron, het reticulair arousal systeem wordt geactiveerd, zintuigen worden gevoeliger en de spierspanning neemt toe. Het geluidsniveau zou niet van belang zijn. Wanneer het geluid vertrouwd geworden is, zou geen oriëntatiereactie meer optreden. De *N-respons* zou

bestaan uit perifere vasoconstrictie, bloeddrukverhoging, versnelde ademhaling, pupilverwijding, elektrische huidweerstandsverlaging en toename van de spierspanning. Het geluidsniveau en de bandbreedte zouden de N-respons op een dosis-effectwijze bepalen, onafhankelijk van hinder of emoties. Hierbij zou geen gewenning* optreden. Westman en Walters (1981) geven echter voorbeelden van gedeeltelijke gewenning bij oriëntatiereacties én N-respons. Het is daarom niet duidelijk in hoeverre sprake is van in werkelijkheid bestaande syndromen. De verschillende inhoud die door diverse auteurs aan de reactiepatronen gegeven wordt, draagt evenmin bij tot grotere duidelijkheid. Voorlopig is te concluderen dat lawaai vegetatieve reacties veroorzaakt zoals vasoconstrictie, pupilverwijding en hartfrequentieveranderingen, voor een belangrijk deel onafhankelijk van de beleving. Via het reticulair arousal systeem wordt vermoedelijk min of meer automatisch gereageerd met een verhoogde activiteit van het orthosympathische systeem, mogelijk gevolgd door een verhoogde activiteit van het parasympathische systeem (Mosskov en Ettema, 1977a). Een wisselende balans tussen beide systemen kan wellicht tegenstrijdige onderzoeksresultaten verklaren. In 2.3 wordt de literatuur m.b.t. bloeddruk- en (nor)adrenalineveranderingen gedetailleerd besproken.

De beschreven *lichamelijke effecten op lange termijn* moeten voorts nog beschouwd worden als onvoldoende aangetoond, omdat nog maar weinig kwalitatief goed onderzoek verricht is in bijv. de industrie. Een aantal onderzoeken worden geciteerd in Verbeek et al (1979). De frequent genoemde onderzoeken van Jansen (1961), Shatalov et al (1962) en Cohen (1976) zijn methodologisch niet sterk genoeg voor meer definitieve conclusies. In 2.4 wordt nader ingegaan op een aantal methodologische aspecten van onderzoek naar bloeddrukveranderingen op lange termijn.

*) Gewenning is te definiëren als het verdwijnen van een effect bij voortdurende herhaling van een geluid vanwege de vertrouwdeheid met de blootstelling; (fysiologische) adaptatie betekent daarentegen dat een effect vermindert of verdwijnt tijdens de blootstelling aan geluid. Bij vasoconstrictie bijv. is een adaptatie waarneembaar binnen 10 à 20 minuten. Gewenning zou niet optreden, hetgeen betekenis kan hebben voor effecten op de lange duur.

Duizeligheid als vestibulair effect wordt behandeld in 2.5, waar- bij tevens het - onderbelichte - auditieve effect oorsuizen aan de orde komt.

Functionele en belevingseffecten en daarmee verbonden stress- verschijnselen zijn te beschouwen als reacties die grotendeels onaf- hankelijk zijn van de besproken lichamelijke reacties. In 2.6 is getracht deze effecten in een model onder te brengen.

2.3. Bloeddruk en (nor)adrenaline tijdens lawaai blootstelling

2.3.1. Bloeddruk

In tabel 2.1 wordt een overzicht gegeven van achttien meestal recent verrichte onderzoeken naar de bloeddruk, tijdens of kort na lawaai blootstelling gemeten. Een aantal onderzoeken zijn niet in de tabel vermeld, omdat het aantal proefpersonen erg klein was of omdat onvoldoende gegevens aanwezig bleken. Opvallend is het grote aandeel van in het laboratorium uitgevoerde onderzoeken, t.g.v. de moeilijkheid om bloeddruk- beïnvloedende factoren "in het veld" onder controle te krijgen. In een groot aantal onderzoeken werd de bloeddruk onderzocht terwijl de proefpersonen (werkne- mers) een bepaalde taak uitvoerden, hetgeen de relevantie voor de arbeidsgeneeskunde verhoogt. In de meeste onderzoeken is tegelij- kertijd bijv. de hartfrequentie of de vasoconstrictie gemeten, waar- door de onderlinge samenhang van de parameters onderzocht kon worden.

Uit tabel 2.1. blijkt dat de diastolische bloeddruk in de meeste onderzoeken verhoogd is tijdens lawaai blootstelling. Uit het over- zicht is tevens af te leiden dat de diastolische bloeddruk niet verhoogd is wanneer tegelijk met de lawaai blootstelling fysieke arbeid van enige betekenis wordt verricht (Geltisjtsjeva, 1972; Dresen en Borghols, 1978). De diastolische bloeddruk lijkt evenmin verhoogd bij minder hoge lawaainiveaus, met name wanneer de geluiden minder betekenisvol zijn (verkeerslawaai versus impuls- lawaai) en wanneer de proefpersonen geen perceptief-mentale belas- ting hebben. De eenvoudige perceptief-mentale belasting in de on- derzoeken van Rövekamp (1980, 1981) werd door de proefpersonen

niet als belastend ervaren, wat zou kunnen verklaren waarom de bloeddruk niet altijd steeg in zijn experimenten. De combinatie van lawaai met perceptief-mentale belasting gaf een hogere diastolische bloeddruk, vergeleken bij het effect van elk van beide factoren afzonderlijk in onderzoek van Mosskov en Ettema (1977a en b).

De reactie van de systolische bloeddruk is onduidelijk. Stijgen, dalen én gelijk blijven is geconstateerd. Het is mogelijk dat daling juist bij jongeren voorkomt (Ponomarenko, 1966; Geltisjtsjeva, 1972).

Tabel 2.1
Bloeddrukveranderingen tijdens lawaaiexpositie al dan niet in combinatie met andere belastingen.
Alle aangegeven veranderingen zijn significant ($P < .05$).

auteur(s)	locatie	n, geslacht, leeftijd	law. exp. meestal L, Aeq	houding (indien vermeld), andere belasting of taak	law.exp. duur	syst. bloedd.	dist. bloedd.	verandering t.o.v.
Ponomarenko 1995	bedrijfs-scholen (op leiding draaien/frezen)	30, m/v? 15-16	85 dB(C) ind. 85 dB(C) law. geen lawaai	lichte spierarbeid, geen andere belasting studie	1 en 5 u 1 en 5 u 1 en 5 u	† † †	† † †	voor law.exp. (arb) voor law.exp. voor studie
Gelfin-tsjeva 1972	fabriek (bankwerkers, elektriciens)	totaal $n_1=7$ $n_2=7$ 16-18 $n_3=7$ $n_4=7$	boven norm ± norm onder norm boven norm ± norm	lichte spierarbeid lichte spierarbeid lichte spierarbeid zwaardere spierarbeid zwaardere spierarbeid	3 en 8 u 3 en 8 u 3 en 8 u 3 en 8 u 3 en 8 u	† † † ns ns	† † † ns ns resp	voor law.exp. (arb) voor law.exp. voor law.exp. voor law.exp. voor law.exp.
Cartwright en Thompson 1975	lab	11 v, 9 m	91 dB(A) breedband	zittend, geen andere belasting	1 u	ns	ns	geen lawaai
Moskoy en Ettema 1977a	lab	12 m	84-91 dB(A) vliegervier- 83.5 dB(A) verkeerslaw. 84-91 dB(A) vliegervier- 83.5 dB(A) verkeerslaw. geen lawaai	zittend, geen andere belasting geen andere belasting perceptief-mentale belasting perceptief-mentale belasting perceptief-mentale belasting	15 min 15 min 15 min 15 min (15 min)	† ns † † 1x ns 2x 1x	† † † † †	voor law.exp. (32 dB(A)) " " voor law.exp. + perc. ment.bel. " voor perc. ment. belasting
Moskoy en Ettema 1977b	lab	12 m range?	98 dB(A) cont. ind. law. cont. ind. law. geen lawaai	zittend, geen andere belasting perceptief-mentale belasting perc. ment. bel.	15 min 15 min (15 min)	ns † ns	† † †	voor law.exp. (32 dB(A)) voor law.exp. + perc. ment.bel. voor perc. ment. bel.
Moskoy en Ettema 1977c	lab	12 m	78 dB(A) inter-mitt. vliegervier- 73 dB(A) cont. verkeerslaw. 78 dB(A) inter-mitt. vliegervier- 73 dB(A) cont. verkeerslaw.	zittend, geen andere belasting geen andere belasting geen andere belasting 10 min. perc. ment. belasting 10 min. perc. ment. belasting	3 uur 3 uur 1 uur 1 uur	† † ns †	† † † †	voor law.exp. " " voor perc. ment. bel. in lawaai "
Rövekamp en Pascher-Vermeer 1977	ab	3 m, 9 v, 18-55	73-93 dB(A) div. soorten lawaai	half zittend/liggend, geen andere belasting	2 uur	ns	ns	geen lawaai
Dresen en Berghols 1978	lab	6 m, 6 v, 19-27	90 dB(A) cont. ind. lawaai 90 dB(A) cont. ind. lawaai geen lawaai	geen andere belasting dynamische spierarbeid dynamische spierarbeid	10 min 10 min 10 min	ns ns †	† ns ns	geen law., wel dyn. spierarbeid geen law., wel dyn. spierarbeid geen lawaai (50 dB(A)) tijdens lessen
Ising et al 1980a	lab	46 m, 18-34	85 dB(A) verkeerslaw.	lessen elektronische circuits	7 u	†	†	geen lawaai (50 dB(A)) tijdens lessen
Ising et al 1980b	brauwerijarbeiders	$n_1=18$ m, 25-51 $n_2=12$ m	95 dB(A) ind. lawaai	arbeid in brauwerij	$n_1=8$ u $n_2=5x8$ u (n_1+n_2)	† †	ns ns	werken met gehoorbesch. (13 dB demp.)
Rövekamp 1980	lab	7 v, 8 m, 20-66	75 dB(A) verkeerslaw. 75 dB(A) impulsulawaai	half zittend/liggend, eenvoudige perc. ment. belasting	2 u 2 u	ns †	ns †	geen lawaai (35 dB(A) bij dezelfde perc. ment. bel.) "
Neus et al 1980	lab	30 m, 13 v, 20-60	72 dB(A) verkeerslaw.	geen andere belasting	30 min	ns	ns	voor law.exp.
Andrén et al 1980	lab	18 m, 23-31	95 dB(A) cont. ind. lawaai	liggend, geen andere belasting	20 min	ns	†	voor law.exp. (40 dB(A))
Rövekamp 1981	lab	5 v, 4 m, 35-57 lawaai gevoelige ppn	75 dB(A) verkeerslaw.	half zittend/liggend, eenvoudige perc. ment. belasting	1 u	ns	ns	geen lawaai (35 dB(A)) bij dezelfde perc. ment. bel.
Andrén et al 1981	lab	9 m ppn, 29-56 met essentiële hypertensie	100 dB(A) breedband cont. lawaai	liggend, geen andere belasting	10 min	ns	†	voor law.exp.
			" "	na foediening 8, select. betablokker (metoprolol)	10 min.	ns	†	voor law.exp.
			" "	na foediening niet sel. betablokker (propranolol)	10 min.	†	†	voor law.exp.
Van Eijf et al 1981	lab	56 m, 20-59	90 dB(A) soort lawaai? 72 dB(A) verkeerslaw.	hoofdrakenen geen andere belasting	5 min. 30 min.	† †	† †	voor law.exp. + rekenen voor law.exp.
Heusch et al 1981	lab	12 m, gem. 37	88 dB(A) div. geluiden 81 dB(A) witte ruis 81 dB(A) verkeerslaw.	hoofdrakenen geen andere belasting geen andere belasting	5 min 15 min 15 min	† ns †	† ns †	voor law.exp. + rekenen voor law.exp. voor law.exp.
		12 m, gem. 40	80 dB(A) div. geluiden 81 dB(A) verkeerslaw.	hoofdrakenen na hoofdrakenen in lawaai	5 min 15 min	† ns	† ns	voor law.exp. + rekenen (bloeddruk blijft verhoogd t.g.v. hoofdrakenen + law.) (bloeddruk daalt) voor law.exp. + rekenen
		12 m, gem. 43 ppn met essentiële hypert.	88 dB(A) div. geluiden	hoofdrakenen	5 min	†	†	voor law.exp. + rekenen
			81 dB(A) verkeerslaw.	na hoofdrakenen in lawaai	15 min	ns	ns	(bloeddruk blijft verhoogd t.g.v. hoofdrak. + law.)
Ising en Günther 1983	cursuslokaal	43 m, 24-54] cursusdeelnemers	60 dB(A) verkeerslaw.	zittend, volgen van de cursus (verstaan is bemiddel.)	6½ u	†	†	cursusdag zonder lawaai

In tabel 2.1 zijn alleen significante veranderingen van groeps-gemiddelden weergegeven. In de meeste onderzoeken werd een bescheiden verhoging van de gemiddelde diastolische bloeddruk tussen 1 en 10 mm kwik als groeps-gemiddelde gevonden. Een groeps-gemiddelde geeft echter beperkte informatie. Uit onderzoek van Neus et al (1980) bleek bijvoorbeeld dat de systolische bloeddruk bij meer proefpersonen daalde dan steeg; voor de diastolische bloeddruk gold het omgekeerde, terwijl de gemiddelde systolische en diastolische bloeddruk niet significant veranderde.

Uit onderzoek van Rövekamp (1981) bleek eveneens dat grote interindividuele verschillen bestaan. Mensen die zichzelf lawaai-gevoelig noemden, reageerden uitermate heftig op voor hen beteke-nisvolle geluiden. Bij één proefpersoon werd een systolische bloed-drukstijging gemeten van 115 naar 175 mm kwik. De hartfrequentie kon heftig reageren door bijvoorbeeld van 75 naar 120 slagen per minuut op te lopen.

In diverse onderzoeken zijn ook andere circulatoire parameters gemeten. De hartslagfrequentie bleek soms verhoogd tijdens lawaai, soms juist verlaagd. Uit onderzoek van Rövekamp (1981) bleek met name tijdens het begin van de blootstelling een verhoogde frequen-tie te bestaan. Waar de bloeddoorstroming werd gemeten, werd bijna overal een vasoconstrictie gevonden. Over het algemeen wordt aangenomen dat de diastolische bloeddrukverhoging veroorzaakt wordt door een toename van de totale perifere weerstand. Andrén et al (1981) konden een dergelijke toename berekenen. Ising en Gün-ther (1983) stelden de magnesium stofwisseling aan de orde. Door lawaai-blootstelling zou minder Mg en meer Ca in de cellen opgenomen worden. Lawaai-expositie leidt dan tot verhoogde Mg-excretie via de nieren en een verlaagd Mg-gehalte in de cellen, hetgeen een risico-factor zou zijn voor hartvastaandoeningen. In diverse onderzoeken wordt melding gemaakt van begeleidingsverschijnselen zoals hoofd-pijn, gespannenheid en vermoeidheid. De hoofdpijnklaachten zouden wellicht samenhangen met vasoconstrictie en bloeddrukstijging (Rövekamp, 1981). De methodologische kwaliteit van de onderzoeken loopt erg uiteen. Een aantal beperkingen zijn opvallend zoals on-toereikende bloeddrukmeetprocedures (beïnvloedbaar door observer bias), een gering aantal bloeddruk-bepalingen, metingen uitsluitend

na blootstelling, gebrek aan informatie over de betekenis van het geluid voor de proefpersonen en uitsluitend weergegeven van bloed-drukveranderingen als groepsgemiddelden.

2.3.2. Adrenaline- en noradrenaline-uitscheiding

In tabel 2.2 is een overzicht gepresenteerd van onderzoeken waarbij de invloed van lawaai is onderzocht op het (nor)adrenaline-gehalte in plasma of urine. Het overzicht is beperkt tot experimentele onderzoeken, waarbij metingen verricht werden aan dezelfde personen, in een conditie met en zonder lawaai-blootstelling, om invloeden van interindividuele verschillen in (nor)adrenalinegehalten uit te sluiten. Een onderzoek van Manninen en Aro (1980) is bijv. niet in het overzicht opgenomen, omdat werknemers uit de administratieve sector vergeleken werden met werknemers uit produktie-afdelingen, waardoor verschillen in tal van werk- en leefomstandigheden geïntroduceerd worden. Onderzoek waarbij onvoldoende rekening gehouden is met experimentele volgorde-effecten werd evenmin opgenomen (Carlestam et al, 1973). Van presentatie van onderzoek, gebaseerd op metingen van metabolieten van (nor)adrenaline zoals vanillylmandelzuur, is afgezien omdat de interpretatie van deze waarden omstreden is.

Opvallend is wederom de voorkeur voor het laboratorium als locatie voor het onderzoek. Bij de twee veldonderzoeken (Ising et al, 1980b, Ising en Günther, 1983) werd helaas geen gedetailleerde informatie verstrekt over de (on)gelijkheid van werk en arbeidsomstandigheden in lawaai- en controleconditie. Een zwaardere lichamelijke of mentale inspanning in één van beide condities kan het onderzoek verstoord hebben. In de meeste onderzoeken is de (nor)-adrenaline-uitscheiding in de urine onderzocht. Follenius et al (1980) en Brandenberger et al (1980) toonden aan dat de hoogte van de catecholamine-uitscheiding in de urine overeenkomt met het gehalte in het plasma.

Wanneer de onderzoeksresultaten uit tabel 2.2 verdeeld worden naar het wel of niet vinden van een catecholaminestijging door lawaai, ontstaat het beeld dat lawaai alleen dan leidt tot verhoogde (nor)-adrenaline-gehalten, wanneer tevens sprake is van uitgesproken (perceptief-)mentaal belastende taken (tabel 2.3). Klotzbücher

Tabel 2.2
Overzichtstabel van (nor)adrenaline-uitscheiding tijdens lawaai-expositie al dan niet in combinatie met andere belastingen. Alle aangegeven veranderingen zijn significant ($P < .05$). U = Urine, P = Plasma (per persoon zijn meerdere plasmabepalingen verricht).

auteur(s)	locatie	n, geslacht leeftijd	law.exp. meestal L Aeq	houding (indien vermeld), andere belasting of taak	law.exp. duur	adrena- line	noradre- naline	verandering t.o.v.
Slob et al 1973	lab	n ₁ = 9 m, gem. 24 n ₂ = 10 m, gem. 23	1/3 octaaf, rond 4000 Hz 80 dB(C) geen lawaai	geen andere belasting " " "	2 u (2u)	ns (U) ↑ (U)	ns (U) ns (U)	2e experimentessie t.o.v. 1e sessie zonder lawaai
Tsaneva et al 1975	?	5 m/v? leeftijd?	80 dB (soort?) 70 dB 85 dB	professioneel vertaal- werk	?	↑ (U)	↑ (U)	adr. sign. stijgend met het lawaainv.; noradr. alleen hoger bij 85 dB; tov ver- taalwerk zonder law.
Klotz- bücher 1976b	lab	10 m, 17-19	witte ruis 70 resp 85 dB 85 dB	zitten, rekenopgaven onder constante tijdsdruk "	1½ u 1½ u	↑ (U) ns (U)	↑ (U) ns (U)	rekenopgaven bij 55 dB(A) rekenopgaven bij 70 dB(A)
Klotz- bücher en Fichtel 1978	lab	10 m, 23-42	witte ruis 70 dB(A) 85 dB(A) 85 dB(A) 70 dB(A) 85 dB(A) 85 dB(A) 70 dB(A) 85 dB(A) 85 dB(A)	rekenopg., geen fys. inspanning " " " " rekenopg. + fiets- ergometer 15 W " " " " ergometer 30 W " " " "	90 min 90 min 90 min 90 min 90 min 90 min 90 min 90 min 90 min	ns (U) ↑ (U) ↑ (U) ns (U) ↑ (U) ↑ (U) ns (U) ↑ (U) ↑ (U)	ns (U) ↑ (U) ↑ (U) ns (U) ↑ (U) ↑ (U) ↑ (U) ↑ (U) ↑ (U)	55 dB(A) 55 dB(A) 70 dB(A) 55 dB(A) 55 dB(A) 55 dB(A) 55 dB(A) 55 dB(A) 70 dB(A)
Arvidsson en Lindvall 1978	lab	100 m 23-30	geen lawaai 85 dB(A) ver- keerslaw.	eenvoudige rekentest geen andere belasting eenvoudige rekentest	1 u 1 u	↑ (U) ns (U)	↑ (U) ns (U)	geen rekentest geen lawaai rekentest zonder
Klotz- bücher en Fichtel 1979	lab	10 m 22-38	witte ruis 55 dB(A) 70 dB(A) 85 dB(A)	moelijke optische vigilantietaak " " " "	60 min. 60 min. 60 min.	ns (U) ↑ (U) ↑ (U)	ns (U) ns (U) ns (U)	voor law. exp. voor law. exp. voor law. exp.
Branden- berger et al 1980	lab	6 m 19-29	geen lawaai 45-99 dB(A) elke 30 sec. intermitt.	zittend, korte-termijn geheugentaak " " " "	2 u 2 u	↑ (P) ↑ (U) ns (P) ns (U)	↑ (P) ↑ (U) ns (P) ns (U)	geen taak taak zonder lawaai
Follenius et al 1980	lab	5 m 20-25	breedband intermitt. 45-99 dB(A)	zittend, geen andere belasting	2 u	ns (P) ns (U)	ns (P) ns (U)	geen lawaai
Ising et al 1980a	lab	57 m 18-34	85 dB(A) ver- keerslaw.	lassen elektroni- sche circuits	7 u	↑ (U)	ns (U)	geen lawaai (< 50 dB(A)) tijdens lassen
Ising et al 1980b	brouwerij	n ₁ =18 m 25-51 n ₂ =12 m arbeiders	95 dB(A) industrie- lawaai	arbeid in brouwerij	n ₁ =8 u n ₂ = 5x8 u	ns (U)	↑ (U)	werken met gehoor- bescherming (13 dB demp.)
Ising en Günther 1983	cursus- lokaal	43 m 24-54 cursusdeel- nemers	60 dB(A) ver- keerslaw.	deelnemen aan cursus (verstaan)	6½ u	ns (U)	↑ (U)	cursusdag zonder lawaai

(1976a) kwam op basis van enkele oudere onderzoeken overigens tot een gelijksoortige conclusie.

Tabel 2.3

Onderzoeken met als onderzoeksresultaat geen, resp. wel catecholamineverhoging, vergeleken naar aard van de werkzaamheden tijdens lawaai blootstelling.

geen catecholamineverhoging lawaai plus:		wel catecholamineverhoging lawaai plus:	
Follenius et al, 1980	- niets	Slob et al, 1973	- niets (dubieuze verhoging)
Arvidsson en Lindvall, 1978	- niets - eenvoudige rekentest	Tsaneva et al, 1975	- vertaalwerk
		Ising et al 1980b	- werk brouwerij
		Ising et al 1980a	- lassen elektronische circuits
Brandenberger et al, 1980	- korte-termijn-geheugentest	Ising en Günther, 1983	- cursusdeelname
		Klotzbücher, 1976b	- rekenen + tijdsdruk
		Klotzbücher en Fichtel, 1978	- rekenen + fysieke belasting
		Klotzbücher en Fichtel, 1979	- moeilijke optische vigilantie-taak

In een aantal onderzoeken waarbij beide parameters gestegen waren, bleek de adrenalinestijging duidelijk groter dan de noradrenalinestijging (Klotzbücher, 1976b; Klotzbücher en Fichtel, 1978). Slob et al (1973) vermelden een aantal onderzoeken van vóór 1973 waarbij lawaai blootstelling eveneens uitsluitend of meer adrenalinestijging tot gevolg heeft.

Diverse onderzoeken toonden een hogere catecholamine-uitscheiding aan tijdens de eerste experimentele zitting vergeleken met latere zittingen, vermoedelijk t.g.v. stress door het experiment zelf. Een gewenningsprocedure en een at random verdeling van de experimentvolgorde over de proefpersonen zijn daarom essentieel. Van belang lijkt de bevinding van Ising et al (1980a) die een positief verband vaststelden tussen een gestegen adrenaline-uitscheiding

en een gestegen diastolische bloeddruk.

Een aantal auteurs hecht aan een stijging van het adrenalinegehalte de betekenis van stressbeleving, aan een stijging van het noradrenalinegehalte een meer emotie-neutrale betekenis van alertheid en adaptatie aan de taak. Arvidsson en Lindvall (1978) zijn daarentegen van mening dat een verhoogd adrenalinegehalte eveneens duidt op een betere adaptatie aan de taak. Vingerhoets (1983) wijst in zijn literatuurreview in de eerste plaats op een verhoogde catecholamine-uitscheiding bij emoties, maar noemt tevens een groot aantal onderzoeken waarbij een positieve relatie gevonden is tussen adrenaline-uitscheiding en cognitieve prestatie. In een aantal gevallen gaat prestatietoename echter gepaard met een afname in adrenaline-uitscheiding. Een interessante hypothese is dat ieder individu een eigen adrenalineniveau heeft, waarbij hij/zij optimaal functioneert (Vingerhoets, 1983). Bij onderstimulatie én bij overstimulatie van externe (lawaai) of interne aard (emoties) zal de prestatie verminderen. Een experimentele ondersteuning voor deze visie is te vinden bij Klotzbücher en Fichtel (1978). Een andere mogelijkheid is het bestaan van individuele respons-specificiteit.

Een aantal onderzoekers onderzocht tegelijkertijd het effect van lawaai op het bijnierschorsormoon *cortisol*. Follenius et al (1980) vonden een stijging bij blootstelling aan lawaai. Brandenberger et al (1980) vonden een stijging bij een korte-termijn-geheugen-taak in lawaai vergeleken met de taakvervulling zonder lawaai. Ook voor cortisol werd een uitgesproken testvolgorde-gevoeligheid gevonden alsmede een ontbrekende relatie met hindergevoelens.

2.4. Lawaai en bloeddruk op lange termijn

Van grote betekenis voor dit onderzoek was de bevinding dat hypertensie frequenter voorkwam in de meest lawaai-belaste gebieden rond Schiphol (Knipschild, 1976a). In veldonderzoeken naar mogelijke effecten van verkeerslawaai kon echter geen verhoogde frequentie van hoge bloeddruk vastgesteld worden (Knipschild en Sallé, 1977; Knipschild et al, 1984). In het eerder genoemde literatuuroverzicht naar extra-auditieve effecten van industriellawaai (Verbeek

et al, 1979) werden 12 onderzoeken genoemd waarbij gezocht is naar een verband tussen jarenlange blootstelling aan lawaai in de industrie en hoge bloeddruk. In de meerderheid hiervan werd een positief verband gevonden. De meeste onderzoeken waren echter methodologisch niet sterk: leeftijdstandaardisatie werd niet overal toegepast en essentiële gegevens over meetprocedure, criteria voor hoge bloeddruk en vergelijkbaarheid van lawaai-blootgestelden en referentiegroepen waren vaak niet te vinden.

In 1981 verscheen een Amerikaans rapport met een uitgebreid overzicht over vrijwel alle tot dan toe verschenen epidemiologische onderzoeken naar het effect van lawaai op het cardiovasculaire systeem (Thompson, 1981). De grondigheid waarmee dit literatuuronderzoek is verricht, maakt het tot een ideaal uitgangspunt voor deze paragraaf, temeer omdat sindsdien geen belangwekkende nieuwe publicaties zijn verschenen. Een nadeel is wel dat onderzoeken naar effecten van lawaai op het werk en van verkeers- en vliegtuiglawaai over één kam zijn geschoren. Bij verkeers- en vliegtuiglawaai is slaapverstoring één van de belangrijkste functionele effecten (Knipschild en Oudshoorn, 1977; Meijer et al, 1981). Het is niet onwaarschijnlijk dat hierdoor effecten ontstaan die niet te verwachten zijn bij lawaai op het werk.

In totaal werden 36 Engelstalige en 47 anderstalige publicaties beoordeeld, over het algemeen veldonderzoeken. Ter beoordeling van de literatuur werd een team geformeerd, bestaande uit een gehoordeskundige (audioloog), een cardioloog en een epidemioloog op het gebied van cardiovasculaire ziekten. Elk teamlid ontwikkelde eigen beoordelingscriteria, resp. voor lawaai-kenmerken, gezondheidskenmerken en methodologie. Tot slot kreeg elk onderzoek een kwaliteitsscore (range 0-9), overeenkomend met de laagste score van één van drie componenten.

Slechts één onderzoek had een kwaliteitsscore van 5, de rest van de onderzoeken scoorde lager. Enkele onderzoeken werden, mijn inziens, te laag beoordeeld doordat klinisch geöriënteerde of (te) sterk theoretische beoordelingscriteria werden aangelegd. Over het algemeen was echter wel degelijk sprake van zwakke punten in de besproken onderzoeken. Opvallend was dat een aantal onderzoeken goed scoorde op twee van de drie componenten. Een onvoldoende ge-

meten of beschreven lawaai-blootstelling óf slecht gedefinieerde gezondheidskenmerken, veroorzaakten de lage kwaliteitsscore.

In 44 van de 55 onderzoeken met de bloeddruk als onderwerp, werd een positieve associatie gevonden tussen lawaai-blootstelling (of gehoorverlies door lawaai) en de bloeddruk. De bewijskracht van deze onderzoeken wordt echter deels beperkt door de kwalitatief vergelijkbare onderzoeken die geen verband vonden en deels door het transversale karakter van de meeste onderzoeken. Een viertal onderzoeken met een prospectieve opzet leden helaas aan andere methodologische tekortkomingen. Thompson constateerde eveneens dat in een groot aantal onderzoeken geen rekening gehouden was met confounders als leeftijd, sexe, ras en gewicht. Vrijwel nergens werd rekening gehouden met de invloed van het dragen van gehoorbescherming of met versturende invloeden van andere belastende arbeidsomstandigheden. Geavanceerde, krachtige analysetechnieken werden zelden gehanteerd. Thompson vergelijkt tenslotte de huidige methodologische stand van zaken met de tijd die nodig was voor de ontwikkeling van geschikte onderzoeksdesigns voor het bepalen van het effect van roken op de gezondheid.

Andere cardiovasculaire parameters werden eveneens onderzocht. Uit de 22 onderzoeken waarbij het elektrocardiogram was onderzocht, kwam echter geen specifiek effect van lawaai naar voren. Een drietal onderzoeken naar het cholesterolgehalte in het bloed leverde evenmin een duidelijk beeld op.

De conclusies van het Amerikaanse rapport komen ongeveer overeen met de conclusies in het genoemde literatuuroverzicht. De belangrijkste conclusie luidt dat er voldoende aanwijzingen zijn om verder onderzoek te rechtvaardigen m.n. onder werknemers in de industrie.

De grote omvang van de lawaai-problematiek en het grote belang van preventie van hoge bloeddruk worden genoemd om de relevantie van dergelijk onderzoek aan te geven.

Uitgebreide voorstellen voor kwalitatief beter onderzoek zijn in het rapport opgenomen. Internationale samenwerking wordt aanbevolen.

Het rapport van Thompson werd pas in 1983 internationaal gepresenteerd. Enkele aanbevelingen werden desalniettemin reeds toegepast in één of meer onderzoeken in dit proefschrift, zoals lawaaimetingen door L_{Aeq} -metingen met persoonlijke lawaaidosimeters, het weergeven van een "lifetime work history" ter bepaling van de totale lawaai-expositie en de waarschuwing om voorzichtig te zijn met het gebruik van gehoorverlies als surrogaat voor het meten van de lawaai-blootstelling, o.a. omdat personen geplaatst kunnen worden in de verkeerde blootstellingscategorie. Andere aanbevelingen zoals het gebruiken van gehoorbescherming in een interventie-onderzoek en rekening te houden met confounders als leeftijd, sexe, gewicht en andere arbeidsomstandigheden, werden eveneens in praktijk gebracht. Aan de belangrijke aanbeveling om cohort-onderzoek te doen, kon echter niet voldaan worden, om redenen zoals uiteengezet in hoofdstuk 3, al is wel sprake van uitgesproken retrospectieve longitudinale kenmerken in twee veldonderzoeken (hfdst. 8 en 9). Aan aanbevelingen zoals het onderzoeken van werknemers uit lage lawaainiveaus, frequenter meten van de bloeddruk en rekening houden met andere cardiovasculaire risicofactoren, kon niet voldaan worden. Interventie-onderzoek in de industrie zelf kon ondanks pogingen daartoe, evenmin gerealiseerd worden (zie 3.2.2).

2.5. Oorsuizen en duizeligheid

Het is bekend dat oorsuizen voort kan komen uit aandoeningen van het midden- en binnenoor, hersentraumata, interne ziekten en bijv. geneesmiddelengebruik. Stress, vermoeidheid, roken, cafeïne en dieetfactoren zouden verergerende factoren zijn (Evans, 1981). Het is echter niet geheel duidelijk hoe vaak oorsuizen voorkomt bij mensen die aan lawaai zijn blootgesteld en hoe ernstig de klachten zijn. Wagemann (1965) vond oorsuizen bij 58% van de onderzochte scheepswerfarbeiders die werkten in hoge lawaainiveaus (93% had gehoorverlies). Lüpke (1978) daarentegen vond slechts bij 5% van de mensen met gehoorverlies oorsuizen in de beoordeling van arbeidsongeschiktheid. Als mogelijke verklaring voor dit lage percentage noemt Lehnhardt (1981) dat oorsuizen een aanvangssymptoom zou zijn bij lawaai-expositie, dat later van minder belang wordt vergeleken met de slechthorendheid. Een meer voor de hand liggende verklaring is dat oorsuizen van weinig belang werd geacht bij de beoordelingsprocedure. Deze aanname wordt bevestigd door onderzoek van Merluzzi et al (1983) die vonden dat maar liefst 28% van de werknemers op een tramreparatiewerkplaats (n=577) last had van oorsuizen, verdeeld in 9% lichte, 11% matige en 8% ernstige hinder.

Velen zochten medische hulp, oplopend van 27% van de mensen met lichte hinder tot 62% van de mensen met ernstige hinder. Oorsuizen, en vooral ernstige hinder van oorsuizen, bleek toe te nemen met de mate van gehoorverlies door lawaai. Opvallend was dat oorsuizen niet samenhangt met lawaai-blootstelling op het huidige werk, maar wél met blootstelling vóór de huidige betrekking. De leeftijd was niet van invloed. Onderzoek van Cahani et al (1983) levert eveneens aanwijzingen dat een bepaald type oorsuizen (hoge tonen) eerder afhankelijk is van de mate van gehoorverlies door lawaai dan van de lawaai-blootstelling als zodanig.

Een lawaainiveau hoger dan 120 dB kan bij normaal-horenden duizeligheid, nystagmus en mogelijk misselijkheid veroorzaken tijdens lawaai-blootstelling (Kryter, 1970; Oosterveld et al, 1982). In recent onderzoek werden reeds bij 110 dB afwijkingen van het functioneren van het evenwichtsorgaan aangetoond bij 10% van normaal-horende proefpersonen (Man et al, 1980). Binnenoor-aandoeningen kunnen de drempel van het vestibulaire orgaan voor geluidsprikkels verlagen. Blootstelling aan 100 dB bleek bijv. bij een groep mensen met gehoorverlies door lawaai, een toename van het percentage mensen met positienystagmus te veroorzaken hetgeen bij normaal-horenden niet het geval was (Man et al, 1980).

Een geheel aparte evenwichtsstoornis is het Tullio-fenomeen, het verschijnsel dat geluid, aangeboden aan één oor, duizeligheid, nystagmus en spierreflexen kan opwekken (Oosterveld et al, 1982).

Een andere vraagstelling is of mensen met gehoorverlies door lawaai meer last hebben van aandoeningen van het evenwichtsorgaan (zonder actuele lawaai-blootstelling). Oosterveld et al (1982) vonden bij technici met gehoorverlies door lawaai opvallend veel afwijkingen zoals spontane en positienystagmus en cervicale nystagmus (de cervicale nystagmus houdt overigens waarschijnlijk verband met extensieve nekbewegingen tijdens het werk). Zij concludeerden dat er zeer waarschijnlijk een verband bestaat tussen de beschadiging van de cochlea door lawaai en de gevonden vestibulaire afwijkingen. Tussen de mate van gehoorverlies en de gevonden vestibulaire afwijkingen werd echter geen verband gevonden. Het adaptatievermogen van het evenwichtsorgaan werd verantwoordelijk geacht voor het niet opvallend grote aantal mensen met duizeligheidsklachten.

Man et al (1980) vonden eveneens veel afwijkingen bij mensen met gehoorverlies door lawaai zoals positienystagmus en richtingsvoorkeur bij calorische stimulatie, vergeleken met normaal-horenden. Zij vonden wél een duidelijke toename van afwijkingen naarmate het gehoorverlies door lawaai groter was. De gevonden vestibulaire afwijkingen bleken echter duidelijk meer geassocieerd met gehoorverlies door lawaai dan met duizeligheidsklachten. Dit komt vermoedelijk weer voort uit het adaptatievermogen van het evenwichtsorgaan. Een andere mogelijke verklaring is de vage begrenzing van het begrip duizeligheid.

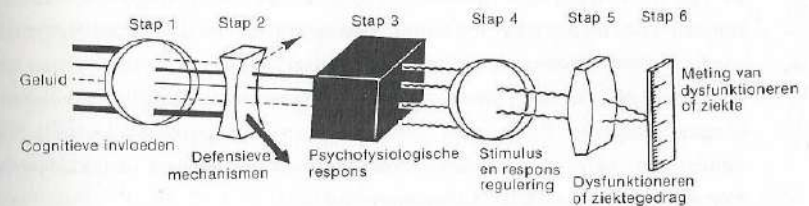
Als verklaring voor de invloed van lawaai op het evenwichtsorgaan wordt gegeven dat het vloeistofsysteem (de endolymfe) van vestibulum en cochlea delen zijn van één communicerend systeem. Schade aan de sacculus zou van betekenis zijn alhoewel in dierproeven schade aan diverse onderdelen van het vestibulum beschreven is.

2.6. Functioneren, hinder en stressverschijnselen

2.6.1. Een model

Lawaai kan irritatie of hindergevoelens opwekken en bijv. verstorend werken op het functioneren bij bepaalde werkzaamheden of bij het praten met elkaar. Na een zekere tijd of bij een bepaalde intensiteit kunnen deze effecten van lawaai leiden tot stressverschijnselen en daarmee samenhangende (lichamelijke) klachten.

Om verscheidene (wetenschappelijke) bevindingen met elkaar in logisch verband te brengen, is een verklaringsmodel of theorie nodig. Westman en Walters (1981) hanteren daarvoor een aangepast stressmodel van Rahe, waarbij lawaai als een stressor beschouwd wordt (figuur 2.2). Dit model heeft de verdienste dat het verklaringsmogelijkheden biedt voor het empirisch gegeven dat lawaai *niet altijd* hoeft te leiden tot hinder of stressverschijnselen. Cognitieve invloeden en verdedigingsmechanismen blijken van belang, hetgeen in 2.6.3 wordt uitgewerkt.

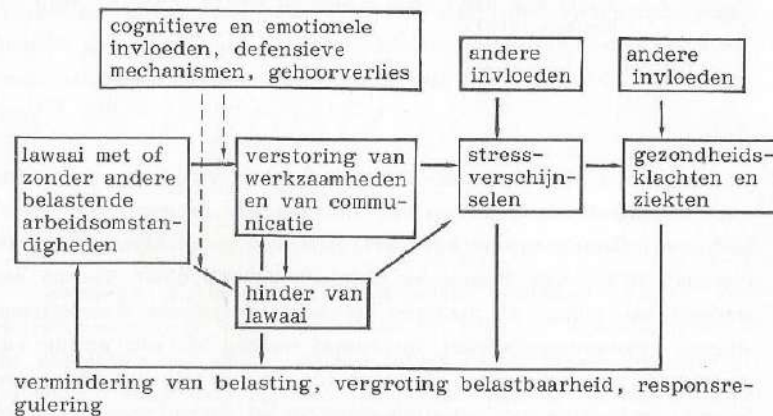


Figuur 2.2 Model van Rahe voor stress en ziekte (naar Westman en Walters, 1981)

Een nadeel van dit model is het ontbreken van enige verwijzing naar het effect van lawaai op het functioneren, hetgeen voor extra-auditieve effecten tijdens het werk juist van groot belang lijkt. De stressopvatting van Rudow en Scheuch (1982) biedt daarom een welkome aanvulling. Zij hanteren een activiteitsgericht stressconcept waarbij stressverschijnselen beschouwd worden als een gevolg van mislukken van activiteiten (oftewel als een gevolg van 'niet geslaagde realisering van activiteitsmotieven en daarbij behorende behoeften'). Daarmee verwant is de vliegtuighinderscore van Bitter (1972) die zich richt op het verstoord worden van activiteiten in de privésfeer.

Uit beide benaderingen is een eigen model afgeleid waarin getracht wordt de samenhang tussen lawaai-blootstelling, verstoring van functioneren, hinder en stress weer te geven (figuur 2.3). Het mogelijk belang van andere belastende arbeidsomstandigheden dan lawaai, en van emoties, is in dit model eveneens aangegeven. De mogelijkheid van responsregulering en van een reactie gericht tegen de belasting of ter vergroting van de belastbaarheid, die bij elke stap in het model aanwezig is, wordt slechts globaal weergegeven terwille van de overzichtelijkheid. Gedacht moet worden aan een po-

ging tot lawaaibestrijding, vertrek uit de belastende situatie, stoppen met communicatie, beheersing van stressreacties, aanleren van een betere stemtechniek, etc. Gebleken is bijv. dat mensen wonend in hogere verkeerslawaainiveaus hun ramen meer gesloten houden. Mensen die zich meer hinderen dan anderen in hetzelfde lawaainiveau sluiten de ramen vaker én blijken vaker te willen verhuizen (Meijer et al, 1981). Het al dan niet slagen van dergelijke verdedigingsstrategieën lijkt zowel afhankelijk van de objectieve mogelijkheden als van de mogelijkheden van de betrokken werknemer(s) (verwerkingscapaciteit, belastbaarheid).



Figuur 2.3. Model van de samenhang tussen lawaai, verstoring van functioneren, hinder en stressverschijnselen. (geeft de beïnvloedingsrichting aan, geeft de invloed van specificerende variabelen aan).

De verschillende elementen uit het model zullen in de volgende paragrafen besproken worden.

2.6.2. Geluid

Kryter (1970) maakt onderscheid tussen ongewenstheid van geluid als zodanig en ongewenstheid van de informatie door geluid overgebracht, welke de luisteraar geleerd heeft te associëren met iets dat ongewenst is. Geluiden als zodanig veroorzaken volgens Kryter meer hinder wanneer het geluidniveau hoog is, de blootstellingsduur lang is, de frequentie hoog is, veel tooncomponenten aanwezig zijn, geluid impulsenmerken bezit of langzaam toeneemt in intensiteit. In de ISO R-1996 (1971) worden tonale en impulscomponenten als bijzonder hinderlijk genoemd, waarvoor 5 dB(A) moet worden opgeteld bij het gemeten L_{Aeq} . Miedema (1984) geeft een overzicht van diverse geluidindexen en correctiemethoden die aanbevolen worden.

Voor de spraakverstaanbaarheid kunnen geluidindexen als de Articulation Index en het Speech Interference Level gebruikt worden, waarbij bovendien rekening gehouden moet worden met de nagalmtijd van de ruimte.

De ongewenstheid van geluid als zodanig is van belang voor normering en wetgeving waarbij grenzen gesteld worden aan bijv. machinelawaai of aan geluidkenmerken in bepaalde werkruimten, in termen van decibel, frequentie-inhoud, tijdsduur, moment van expositie, etc.

2.6.3. Cognitieve en emotionele invloeden, defensieve mechanismen en gehoorverlies

Hinder en stress door geluid kunnen niet opgevat worden als automatische reacties op lawaai. Een transactionele benadering, waarbij hinder en stress als resultaat gezien worden van externe én interne variabelen, biedt een beter perspectief. Verschillende mensen verlenen immers een verschillende betekenis aan eenzelfde geluid. Deze betekenisverlening kan individueel bepaald zijn, bijv. door associatie van een geluid met een bedreigende gebeurtenis in het verleden. Soms is de betekenisverlening verschillend in verschillende subculturen zoals bij muziek. Er zijn echter ook factoren te noemen die bij de meeste mensen op gelijke wijze kunnen leiden

tot meer of minder hinder van lawaai. Miedema (1984) noemt in dit verband de mate waarin blootgestelde:

- a. het geluid als noodzakelijk of onvermijdelijk beschouwt;
- b. het idee heeft de geluidproduktie te kunnen controleren;
- c. het geluid zelf produceert en het geluid samenhangt met verrichte werkzaamheden;
- d. het optreden van veranderingen in het geluid kan voorspellen;
- e. geïnteresseerd is in de informatie die het geluid (eventueel) bevat;
- f. een negatieve attitude heeft ten opzichte van de activiteit waarbij het geluid geproduceerd wordt.

Westman en Walters (1981) stellen het cognitieve systeem* daarom voor als eerste filter in het verwerken van geluid. Zij noemen als belangrijke aspecten het niveau van mentale arousal (variërend van slaap tot onrust), de context van andere zintuiginformatie, de motorische context en de graad van ervaren controle over het geluid. Het is bijv. logisch dat een positieve beleving overheerst wanneer een hoog geluidsniveau aangeeft dat het (eigen) werk efficiënt verloopt.

De emotionele betekenis van een geluid is eveneens van invloed. Deze wordt mede bepaald door heersende sociale waarden en attitudes t.o.v. bepaalde geluiden. De attitude is o.a. van betekenis voor het attentieniveau. Een negatieve houding zal daarom leiden tot een eerder opmerken van bepaalde geluiden, waardoor de hinder zal toenemen.

Van belang zijn ook meer blijvende individuele kenmerken. Een aantal auteurs wijst op het bestaan van lawaai(hinder)-gevoelige mensen (Meijer et al, 1981; Stansfeld, 1983). Volgens anderen zouden introverte mensen eerder hinder ondervinden dan extroverte mensen. Verschillende onderzoekers vonden dat psychiatrische patiënten met bepaalde vormen van fobieën, neurosen en depressies

*) Onder het cognitief systeem wordt het informatieverwerkend systeem verstaan waardoor we ons bewust worden van gedachten of perceptie; waarnemen en denken behoren bij dit systeem.

meer hinder ondervonden van lawaai. Nerveuze, angstige en gespannen mensen kunnen wellicht minder goed omgaan met de stressor lawaai (McLean en Tarnopolsky, 1977; Westman en Walters, 1981; zie ook 2.6.7).

Interne defensieve mechanismen kunnen automatisch en onbewust, reacties tegenhouden. Fysiologische defensieve mechanismen zijn bijv. de acoustische reflex, die een geringe bescherming biedt tegen geluiden van hoge intensiteit en corticale inhibitie. Repressie en ontkenning zijn voorbeelden van psychologische mechanismen: werknemers kunnen hindergevoelens wegdrücken en ontkennen, bijv. vanuit een positie van onmacht of vanuit een positieve motivatie voor het werk.

Gehoorverlies kan de perceptie verstoren van bijv. informatieve machinegeluiden. Bekend is dat werknemers met lawaaislechthorendheid uitzonderlijk veel last hebben van achtergrondgeluiden tijdens het voeren van een gesprek. Gehoorverlies van gemiddeld slechts 15 dB over 1, 2 en 3 KHz wordt beschouwd als grens waarboven spraakverstaan in een lawaaiige omgeving moeilijker wordt (Smooenburg et al, 1982). Slechthorendheid zou anderzijds bescherming bieden in de zin dat bijv. minder vasoconstrictie optreedt als reactie op lawaai-expositie (Jansen en Gros, 1978). Daartegenover staat het verschijnsel recruitment, dat kan optreden bij perceptie-doofheid: een toenemende geluidsintensiteit veroorzaakt een abnormaal snelle toename van de luidheidssensatie, waardoor harde geluiden bijzonder onaangenaam kunnen klinken.

2.6.4. Verstoring van werkzaamheden

Wanneer een taak eenvoudig en monotoon is, is vaak een *prestatieverbetering* waargenomen (hetgeen overigens uit gezondheidsoogpunt geen verbetering hoeft te betekenen). Als verklaring wordt wel genoemd dat een monotone taak zelf een lager dan optimaal arousalniveau veroorzaakt. Het lage arousalniveau kan door toevoeging van lawaai of muziek verhoogd worden, zodat de werkzaamheden beter vervuld worden. Eist een taak echter alle aandacht omdat deze nieuw of ingewikkeld is, omdat het tempo hoog ligt of omdat de taak geen moment van aandachtverslapping toestaat, dan treedt

vaak een *prestatieverslechtering* op. Aangenomen wordt dat een alle aandacht opeisende taak zelf reeds een hoog arousalniveau veroorzaakt. Lawaai of muziek kan dan een te grote arousal veroorzaken waardoor de prestaties zullen afnemen (Wet van Yerkes-Dodson in: Keuss en Van der Molen, 1980). Miedema (1984) wijst er echter op dat in hoge lawaainiveaus zowel sprake kan zijn van een te hoog arousalniveau als van meer specifieke lawaai-effecten. Er zijn overigens grote interindividuele verschillen in het geluidsniveau dat mensen kiezen om in te werken, mede afhankelijk van het soort geluid (muziek). Wel zal elk individu een lager achtergrondniveau kiezen wanneer de mentale taak moeilijker wordt (Bryan en Tolcher, 1976).

Verstoring van de werkzaamheden kan op verschillende manieren tot uiting komen (zie o.a. Von Eiff et al, 1983). Het is mogelijk dat de prestatie gelijk blijft terwijl de vermoeidheid tijdens en na het werk toeneemt omdat de benodigde inspanning wél was toegenomen. Gebleken is dat de frustratietolerantie na de taakvervulling aanzienlijk lager kan zijn. Een andere mogelijkheid is dat het aantal fouten toeneemt terwijl de kwantiteit van het werk gelijk blijft. Dit kan wellicht verklaard worden vanuit de bevinding dat onder lawaabelasting sneller beslissingen genomen worden en dat het 'blikveld' wordt vernauwd. Wanneer een taak opgedeeld kan worden in een kerntaak met hoge prioriteit, en een bijtaak met lage prioriteit, zal volgens sommige onderzoekers de bijtaak verwaarloosd worden ten gunste van de kerntaak. De 'periferie' verdwijnt uit het zicht door een *veranderde taakstrategie* (Miedema, 1984). Relevante stimuli kunnen op deze wijze eveneens uit het gezichtsveld verdwijnen. McLean en Tarnopolsky (1977) wijzen er bovendien op dat lawaai het moeilijker maakt om waargenomen opvallende en opdringende stimuli te onderdrukken ten gunste van relevante stimuli die minder opdringend zijn, hetgeen kan resulteren in foute beslissingen.

Opslag en transformatie van items in het *geheugen* blijkt gevoelig voor verstoring door lawaai. Verstoring van zgn. subvocale spraak, zoals gehanteerd bij geheugentaken, hoofdrekken en sorteertaken, zou de oorzaak kunnen zijn, hetgeen overigens omstreden is. (Miedema, 1984) wijst erop dat m.n. het korte termijn-geheugen wordt

verstoring, wat van groot belang is bij "intellectuele" taken. Dezelfde auteur geeft een overzicht van onderzoeken die wijzen op het optreden van "*hiaten*" bij *visuele taken* door blootstelling aan lawaai, wat bij kortdurende, vage visuele signalen van betekenis kan zijn.

Een aparte categorie is verstoring van werkzaamheden waarbij de *perceptie van auditieve signalen* van belang is. Hierbij moet gedacht worden aan mondeling overleg, aan geluiden als terugkoppelingssignalen bij meet- en regelarbeid en aan signalen die duiden op gevaar. Acton (1982) stelt dat lawaai waarschijnlijk bij kan dragen aan *ongevallen* door maskering van *waarschuwingssignalen*. Communicatieverstoring en afleiding van de aandacht kunnen eveneens bijdragen tot grotere risico's. Levin (1980) stelt dat gehoorbescherming geen maskerende invloed heeft op het horen van acoustische signalen boven 0.5 KHz. Bock et al (1983) onderzochten een aantal signalen met als conclusie dat de helft van de waarschuwingssignalen niet voldeed. Webster (1980) noemt standaardisatiepogingen (ANSI). Er zijn echter maar weinig epidemiologische gegevens beschikbaar over dit onderwerp.

Praktische vaardigheden zoals het sturen van een vrachtwagen kunnen eveneens negatief beïnvloed worden (Bauer, 1979), evenals fijne werkzaamheden met de hand (Mosskov, 1976).

Keuss en Van der Molen (1980) stellen dat een uniform theoretisch kader, dat recht doet aan alle bevindingen (nog) niet geboden kan worden. Hun voorlopige conclusie is dat lawaai de taakzwaarte aanzienlijk kan vergroten. Deze taakverzwaring komt dan bovenop de zwaarte die de taakuitoefening als zodanig met zich meebrengt.

2.6.5. *Verstoring van communicatie*

Communicatieverstoring kan plaatsvinden bij de spreker en bij de luisteraar. Het normale spraakniveau is 50 tot 65 dB(A). Vanaf een omgevingslawaai van 40 dB(A) begint het spraakniveau toe te nemen. Bij 70 dB(A) wordt met verheven stem gesproken, bij hogere lawaainiveaus wordt uiteindelijk geroepen of geschreeuwd, waarbij het taalgebruik steeds eenvoudiger wordt. Bij overbelasting van de stem kan heesheid en keelpijn ontstaan zoals ook geconsta-

teerd is in experimenteel onderzoek (Lazarus-Mainka et al, 1983). In twee andere onderzoeken werden werknemers met lawaaidoofheid (uit de industrie) onderzocht op stembandafwijkingen (Duclos et al, 1980; Rontal et al, 1979). Bij 7 tot 10% werd een stemverandering (heesheid) geconstateerd, gebaseerd op functionele laryngopathieën, laryngitiden, stembandpoliepen of -knobbels. De meeste werknemers met stembandknobbels moesten schreeuwen op het werk om gehoord te worden. Roken en stof in de werkomgeving kwam overigens ook veel voor. Eén van de verklaringen is dat m.n. slechthorenden hard praten door een slechte stemcontrole in lawaai. In experimenteel onderzoek bleken ook de "kosten" achteraf hoger voor de spreker in hogere lawaainiveaus: meer gevoelens van achterdocht, angst en depressie, en minder energie, concentratie en gevoelens van sociale affectie (Jones en Broadbent, 1979).

De grens waarboven *het spraakverstaan* minder gemakkelijk wordt, ligt laag: rond de 45 dB(A) (L_{Aeq}) (Miedema, 1984). Het L_{Aeq} is echter geen ideale maat vanwege de grote invloed van kortdurende hoge lawaainiveaus. Een hoog L_{Aeq} sluit niet uit dat het grootste deel van de werkdag normaal gesproken kan worden. Als geluidsindexen worden de Articulation Index en het Speech Interference Level gebruikt. Een nauwkeurige, maar minder praktische maat is de signaal-ruisverhouding*. Het verstaan van spraak wordt voor normaal-horenden gestoord vanaf een signaal-ruisverhouding van -8 dB (Rodenburg, 1981). Voor het verstaan van een andere dan de moedertaal, blijkt een gunstiger signaal-ruisverhouding noodzakelijk (Nabelek, 1983). Slechthorenden, en vooral degenen met een perceptieverlies, hebben eveneens een gunstiger signaal-ruisverhouding nodig. Daarom worden slechthorenden met perceptieverlies reeds bij tamelijk lage achtergrondlawaainiveaus gestoord in het spraakverstaan (Plomp et al, 1983).

Gehoorschermers verzwakken meestal meer de hoge dan de lage

*) Met de signaal-ruisverhouding wordt hier bedoeld de spraak-stoorlawaai-verhouding, in een formule uitgedrukt in dB:

$$10 \lg \frac{\text{geluidintensiteit spraak}}{\text{geluidintensiteit achtergrondlawaai}}$$

Is het signaal 10 maal sterker dan de ruis, dan is de verhouding 10 dB, in het omgekeerde geval -10 dB.

tonen. Bij lawaaidoofheid leidt gehoorbescherming tot slechter verstaan in lawaai, omdat de hoge tonen die reeds minder goed gehoord worden, door de bescherming nóg sterker verzwakt worden en omdat lage tonen als maskerend geluid kunnen optreden (Smooenburg, 1981). Voor goed- én slechthorenden geldt het probleem dat een spreker die gehoorbescherming draagt, geneigd is om te zacht te spreken omdat de acoustische feedback van de eigen stem veranderd is.

Door communicatieproblemen kan het arbeidsproces verstoord worden. Van minstens zo groot belang zijn de *sociale contacten tussen de mensen*. Uit onderzoek van Stemerding-Bartens (1963) is gebleken dat in hogere lawaainiveaus veel minder gesprekscontacten plaatsvinden dan in lagere lawaainiveaus. Contacten die niet onmiddellijk verband hielden met het werk, liepen het sterkst terug. Een bijzondere bevinding was dat werknemers uit hogere lawaainiveaus ook in de kantine minder onderlinge contacten bleken aan te gaan. Geconcludeerd wordt dat de verminderde mogelijkheid tot onderlinge communicatie geleid heeft tot lagere arbeidssatisfactie, persoonlijk isolement en geringere samenhang binnen de groep werknemers.

2.6.6. Hinder van lawaai

Hinder van lawaai kan gedefinieerd worden als het negatief belevens van lawaai. Hinder kan direct voortvloeien uit blootstelling aan lawaai, maar kan ook het gevolg zijn van verstoring van werkzaamheden of van communicatie.

Hinder is niet altijd te beschouwen als een gezondheidsrisico, noch altijd als een verstoring van de gezondheid. Hinder kan ook gezien worden als een uiting van bewustwording van belastende omstandigheden en als aanleiding voor gezondheidsbevorderend gedrag. Pas bij langdurende en steeds weer optredende hinder, waarbij de bron blijkbaar niet weggenomen kan worden, is vermoedelijk sprake van risico op verstoring van de gezondheid omdat hinder dan samengaat met stressverschijnselen.

Tussen lawaainiveau en hinder bestaat niet altijd een eenvoudig voorspelbare relatie, ook niet wanneer rekening wordt gehouden met bepaalde fysische geluidskkenmerken. Het cognitieve systeem, emo-

ties, defensieve mechanismen en gehoorverlies zijn op individueel niveau van invloed. Deze invloeden op de relatie tussen lawaainiveau en hinder, zijn mogelijk van nog groter belang wanneer werknemers gevraagd wordt een integrale beoordeling te geven van een werksituatie met wisselende lawaainiveaus en wisselende arbeidstaten. De werknemers moeten dan kiezen aan welke situatie zij refereren bij beantwoording van de vraag naar lawaaihinder. Manninen (1979) vermeed deze keuze door op de werkplek tegelijk te meten en te vragen. Hij vond goede tot zeer goede overeenkomsten tussen lawaainiveau (L_{Aeq}) en de mate van hinder. Bij vergelijkingen tussen groepen werknemers kan de relatie tussen lawaainiveau en hinder afhankelijk zijn van factoren die per groep kunnen verschillen zoals de aard van het werk, de noodzaak tot communicatie en de mogelijkheden om het lawaai te controleren.

Naar lawaaihinder tijdens arbeid in de industrie is weinig onderzoek verricht, hetgeen voor een deel vermoedelijk te wijten is aan de overheersende aandacht voor lawaaidoofheid, voor een deel aan het niet hoog inschatten van de invloed van lawaai als bedreiging van welzijn en gezondheid. Ohrstrom et al (1979) vergeleken hinder bij werknemers uit verschillende lawaainiveaus in twee fabrieken. Beide fabrieken verschilden echter in populatiekenmerken en type werk. Desondanks werd o.a. geconcludeerd dat geluiden die variëren in intensiteit en toonhoogte meer hinder veroorzaken dan continue geluiden. Naar lawaaihinder op kantoren is iets vaker onderzoek gedaan (Bryan en Tolcher, 1976; Völker 1978 en 1979; Nemecek en Turrian, 1978; Nemecek, 1980; zie ook Miedema, 1984). Naar hinder van vliegtuig- en verkeerslawaai is daarentegen veel onderzoek verricht. Dit is mogelijk te verklaren vanuit het grotere belang dat gehecht wordt aan hinder van vliegtuig- en verkeerslawaai als uiting van ernstig verstoord welbevinden. Een andere daarmee samenhangende reden kan zijn dat dergelijk onderzoek gestimuleerd werd door het toegenomen maatschappelijk protest.

2.6.7 Stressverschijnselen

Stressverschijnselen (ook wel strains genoemd) kunnen zowel van fysiologische, psychologische als gedragsmatige aard zijn. Zij treden

op wanneer een zodanige belasting is ontstaan dat normale aanpassingsmechanismen niet toereikend zijn. Stress wordt door Baum et al (geciteerd door Kleber, 1982) gedefinieerd als "een proces waarin omgevingscondities of gebeurtenissen (stressoren) het bestaan of welbevinden van een individu verstoren en waarin het individu op een of andere wijze reageert op die bedreiging."

Over stress is uitzonderlijk veel gepubliceerd vanuit verschillende gezichtshoeken. Volgens Kleber (1982) wordt daarbij steeds meer nadruk gelegd op de *wisselwerking* tussen omgevingsfactoren en individuele factoren (een transactionele benadering). De subjectieve inschatting van de situatie en van de eigen hanteringsmogelijkheden (*coping*) zijn van essentieel belang. In deze visie leidt geluidsoverlast lang niet altijd tot stress. Wanneer men het gevoel heeft controle op de situatie te kunnen uitoefenen, treden bijv. aanmerkelijk minder spanningen en problemen op. Terecht stelt Kleber echter aan de orde dat het niet duidelijk is in hoeverre cognitieve processen van belang zijn bij langdurig inwerken, relatief weinig intensieve stressoren (zoals lawaai blootstelling op het werk). Vaak is sprake van omstandigheden die niet of nauwelijks als bedreigend ervaren worden en waarvan de invloed lang niet altijd bewust wordt waargenomen. Frequent voorkomende verstoring van het werk en van communicatie is daarom wellicht van grotere betekenis voor het ontstaan van stressverschijnselen op lange termijn dan blootstelling aan lawaai, zonder dat functionele verstoring plaatsvindt. De functionele effecten van lawaai treden in deze gedachtengang op als stressoren: lawaai zelf geeft geen stress, maar het feit dat het werk onmogelijk wordt gemaakt, geeft dat wel. Individuele factoren zijn van belang zoals vaardigheden om de belastende situatie te hanteren. Situatieve factoren eveneens, zoals mogelijkheden om van werkomgeving te veranderen, de lawaai blootstelling te verminderen of te stoppen met mondelinge contacten.

Verstoring van werkzaamheden door lawaai zal in deze visie leiden tot stressverschijnselen, wanneer een grote druk staat op de werkprestatie, terwijl hanteringsmogelijkheden ontbreken. Hetzelfde lawaai zal in gunstiger omstandigheden geen stress veroorzaken.

De meeste onderzoeken zijn op een laboratorium uitgevoerd. In een aantal veldonderzoeken wordt niet aangegeven of de beschreven stressverschijnselen afhankelijk zijn van verstoring van bijv. slaap of werkzaamheden. Generalisatie van onderzoekresultaten zonder dergelijke informatie is van twijfelachtige waarde. Veldonderzoek van stressverschijnselen op langere termijn ten gevolge van blootstelling aan lawaai in de industrie, is overigens nauwelijks verricht. Matsui en Sakamoto (1971) vonden dat stressverschijnselen als ver-

moeidheid, irritatie en hoofdpijn niet direct gerelateerd waren aan het lawaainiveau. Wanneer het lawaai niet van het eigen werk afkomstig was, ontstonden meer klachten. Vuori (1983) vond meer klachten van concentratiestoornissen en vermoeidheid bij blootstelling aan impulsgeluid vergeleken met continu geluid. Werknemers werkend in hoge lawaainiveaus in produktiesectoren hadden meer stressverschijnselen dan werknemers werkzaam op (stille) kantoren.

Stressverschijnselen als vermoeidheid, prikkelbaarheid en hoofdpijn betekenen nog geen *ernstige psychische of psychiatrische problematiek*. In het eerste geval is 'slechts' sprake van een inbreuk op de kwaliteit van het leven, in het tweede geval is sprake van chronisch ernstig dysfunctioneren (pathologie). Diverse auteurs (Broadbent, 1980; McLean en Tarnopolsky, 1977) zijn van mening dat mensen met lichte of ernstige psychische problemen meer dan anderen op lawaai reageren met hindergevoelens of fysiologische reacties. Recent veldonderzoek naar hinder van vliegtuig- en verkeerslawaai heeft deze opvatting bevestigd (Ettema en Arrindell, 1980; Stansfeld, 1983; Knipschild et al, 1984). Er zijn daarentegen geen goed gedocumenteerde gegevens over een algemene toename van ernstige psychische of psychiatrische problematiek t.g.v. lawaai op het werk.

2.7. Samenvatting

Een groot aantal uiteenlopende extra-auditieve effecten worden in de literatuur beschreven. Voor een beter overzicht zijn de effecten ingedeeld in verschillende categorieën zoals (algemeen) lichamelijke, vestibulaire, functionele en belevingseffecten en stressverschijnselen. Effecten tijdens of kort na de blootstelling zijn onderscheiden van effecten op lange termijn.

Tijdens lawaai blootstelling kunnen vegetatieve lichamelijke reacties optreden zoals vasoconstrictie van de bloedvaten in de huid, pupilverwijding en afname van de sinusaritmie van het hart. Een groot aantal experimenten is besproken waaruit blijkt dat de diastolische bloeddruk stijgt tijdens blootstelling aan hoge lawaainiveaus. Dynamische spierarbeid kan de verhoging waarschijnlijk tegengaan.

Perceptief-mentale belasting kan het effect juist vergroten.

In een aantal experimentele onderzoeken werd een verhoogde adrenaline-uitscheiding geconstateerd, mogelijk afhankelijk van de combinatie lawaai plus (perceptief-)mentaal belastend werk. Opvallend zijn overigens de grote interindividuele verschillen in de experimentele onderzoeken, hetgeen kan wijzen op individuele responspecifiteit. Tegenstrijdige onderzoekresultaten zoals m.b.t. hartfrequentieveranderingen, wijzen op een onvolledige kennis van de fysiologische mechanismen.

Uit een omvangrijk Amerikaans onderzoek (Thompson, 1981) naar de wetenschappelijke kwaliteit van epidemiologisch onderzoek naar de relatie tussen lawaai en bloeddruk, bleek dat in de meeste onderzoeken een hogere bloeddruk gevonden werd in hogere lawaainiveaus. De kwaliteit van de onderzoeken bleek echter beperkt, o.a. door het transversale karakter van de meeste onderzoeken en door onvoldoende controle van confounders. Deze conclusies komen grotendeels overeen met de conclusies uit een eerder verschenen literatuuroverzicht vanuit dit project (Verbeek et al, 1979).

Lawaai blootstelling kan op korte én op lange termijn leiden tot afwijkend functioneren van het evenwichtsorgaan, hetgeen niet altijd gepaard hoeft te gaan met duizeligheidsklachten. In dezelfde paragraaf werden enkele gegevens vermeld over het voorkomen van oorsuizen, als onderbelicht auditief effect van lawaai.

Vervolgens is getracht om de onderlinge samenhang tussen lawaai blootstelling, verstoring van functioneren, hinder en stressverschijnselen te verhelderen. Hiertoe werd een model geconstrueerd. Weergegeven is welke geluidskennmerken hinderlijk zijn en hoe cognitieve en emotionele invloeden tussenschakels zijn tussen de fysische lawaai blootstelling enerzijds en functionele en belevingseffecten anderzijds. Werkzaamheden kunnen negatief beïnvloed worden omdat lawaai verstorend werkt op het korte termijn-geheugen, op auditieve en visuele perceptie en op praktische vaardigheden. Prestatieverbetering door lawaai is beschreven bij monotone arbeid. Spreken en spraakverstaan kunnen ernstig belemmerd worden, met verarming van het sociaal contact tussen de werknemers tot gevolg.

Naar hinder en stressverschijnselen t.g.v. lawaai in de industrie

blijkt nog maar weinig onderzoek verricht te zijn.

Een multidisciplinair uitgevoerde evaluatie van reeds verricht experimenteel onderzoek naar (psycho)fysiologische effecten van lawaai kan van groot belang zijn om een aantal onduidelijkheden op te lossen die verdere theoretische voortgang in de weg staan. Veldonderzoek naar extra-auditieve effecten op lange én op korte termijn in de industrie is noodzakelijk gezien het gebrek aan kennis op dit terrein. Onderzoek naar effecten op lange termijn stelt echter hoge eisen aan de kwaliteit van het onderzoek.

3 VRAAGSTELLING, ONDERZOEKSOPZET EN MEETINSTRUMENTEN

3.1. Vraagstelling

De centrale vraagstelling is of lawaai naast lawaaidoofheid andere effecten heeft op de gezondheid van werknemers in de industrie. Omdat het niet mogelijk is om alle denkbare extra-auditieve effecten van lawaai in één onderzoeksproject uitputtend te onderzoeken is ervoor gekozen om de bloeddruk en hinder van lawaai meer centraal te stellen. De vraagstelling luidt dan: veroorzaakt blootstelling aan lawaai een hogere bloeddruk en/of hinder van lawaai?

De keuze voor de *bloeddruk* komt voort uit het grote belang van de bloeddruk voor de gezondheid. Een verhoogde bloeddruk is een belangrijke risicofactor voor het krijgen van ernstige hartvaatziekten zoals een hartinfarct of hersenbloeding.

De aandacht voor *hinder* heeft twee redenen. De eerste reden is dat bijzonder weinig onderzoek verricht is naar hindergevoelens bij werknemers in de industrie t.a.v. lawaai op het werk. Er is daardoor weinig informatie beschikbaar over de aard en omvang van deze problematiek. De tweede reden is dat onderzoek naar de aard van hindergevoelens en naar de samenhang van hinder met lawaai-bronnen en met bepaalde werkzaamheden, meer inzicht kan verschaffen in mogelijke processen via welke lawaai kan leiden tot extra-auditieve effecten. Daarom is besloten om exploratieve vragen te stellen naar de aard van de hindergevoelens en naar determinanten van hinder: welke geluiden veroorzaken hinder, in welke situaties treedt hinder op, welke werknemers hebben er last van?

Tot derde onderwerp van onderzoek is gekozen voor een groot aantal voornamelijk *psychische of psychosomatische reacties* op lawaai zoals *geïrriteerdheid, vermoeidheid en prikkelbaarheid*. Daarbij aansluitend is gevraagd naar *medicijngebruik* tegen hoofdpijn, nervositeit, slapeloosheid en maagklachten. In een experimenteel onderzoek bestond de gelegenheid om de uitscheiding van

adrenaline en noradrenaline in de urine te meten, als maat voor stressverschijnselen t.g.v. lawaai.

Als vierde onderwerp is gekozen voor diverse effecten, waarover nog maar weinig bekend is, zoals *oorsuizen, duizeligheid, heesheid* en de wens om vanwege gezondheidsredenen van werk te veranderen.

Gehoorverlies door lawaai is eveneens onderzocht omdat een beschouwing over extra-auditieve effecten van lawaai incompleet zou zijn wanneer de mate van gehoorverlies door lawaai als meest bekende gevolg van lawaai blootstelling niet als referentiewaarde gegeven zou worden. Een zekere afweging van beide effecten is ook beleidsmatig van belang. Er waren echter nog andere redenen om gehoorverlies in de onderzoeksopzet op te nemen. In buitenlands onderzoek is een verband gevonden tussen de mate van gehoorverlies door lawaai en de hoogte van de bloeddruk (Jonsson en Hansson, 1977). Gesteld werd vervolgens dat een verband was aangetoond tussen lawaai blootstelling en de bloeddruk. Een andere reden om gehoorverlies in het onderzoek te betrekken is een exploratieve vraagstelling naar een mogelijke relatie tussen gehoorverlies en oorsuizen, duizeligheid, heesheid en hinder van lawaai.

Er is voor gekozen om waar mogelijk, rekening te houden met de invloed van andere belastende arbeidsomstandigheden. Deze omstandigheden moesten daarom kwalitatief of kwantitatief worden gemeten. Zo mogelijk moest vervolgens rekening gehouden worden met de invloed van deze omstandigheden op de onderzochte relaties. Pas in het laatste veldonderzoek is het gelukt om deze doelstelling voor een deel te realiseren. Met een beperkt aantal persoonsgebonden factoren als leeftijd en relatief gewicht moest eveneens rekening gehouden worden.

3.2. Onderzoeksopzet

In principe is gekozen voor veldonderzoek in de industrie. Een veldonderzoek had de vorm van een secundaire analyse van reeds door het CBS verzamelde gegevens. Een ander veldonderzoek was reeds verricht door een bedrijfsgezondheidsdienst, waarna het Coronel Laboratorium de gegevens mocht analyseren. Een drietal

veldonderzoeken werd zelf opgezet. Een experimenteel onderzoek werd nodig gevonden om eventuele bloeddrukveranderingen door lawaai tijdens het werk te kunnen onderzoeken.

3.2.1. Secundaire analyse van CBS-onderzoek

Het transversaal uitgevoerde CBS-onderzoek "De leefsituatie van de Nederlandse bevolking 1977" (CBS 1978a), bleek geschikt voor secundaire analyse (hoofdstuk 4), omdat het gegevens bevatte over een aantal arbeidsomstandigheden waaronder lawaai en over gezondheidskenmerken. Het betrof bovendien een steekproef die representatief werd geacht voor de Nederlandse (beroeps)bevolking.

3.2.2. Experimenteel onderzoek tijdens lawaai blootstelling

De meeste experimentele onderzoeken zijn verricht in laboratoriumsituaties. De dagelijks praktijk in de industrie is echter verschillend. Er wordt een arbeidsprestatie geleverd, de omstandigheden zijn meestal weinig comfortabel, tijdsdruk en kwaliteitseisen spelen een belangrijke rol. Proefpersonen zijn bovendien niet gelijk aan werknemers qua ervaring met lawaai, expositieduur, sociaal-economische status, etc. Gestart is daarom met een *verkennend onderzoek* in een industrieel bedrijf (Van Dijk et al, 1979). Naar aanleiding van dit onderzoek is vervolgens gezocht naar arbeidssituaties waarbij ongeveer twintig werknemers werkzaam waren bij een tamelijk homogene lawaai belasting. Diverse bedrijfsgezondheidsdiensten werden benaderd en enkele bedrijven werden bezocht. In de bezochte fabrieksruimten bleken echter steeds veel minder dan twintig werknemers bij hetzelfde lawaainiveau werkzaam. Een groot aantal werknemers had geen vaste arbeidsplaats of verrichtte zeer uiteenlopende werkzaamheden, waardoor ook de bloeddrukwaarden beïnvloed zouden worden. Daarom is besloten om het experimentele onderzoek toch in het laboratorium uit te voeren, met als voordelen een betere "regie" dan in de industrie te realiseren bleek, een homogeen lawaainiveau en standaardisatie van arbeidsomstandigheden en werkinhoud (hoofdstuk 5). In de opzet is getracht om de nadelen die aan laboratoriumonderzoek kleven zoveel mogelijk te vermijden.

3.2.3. Veldonderzoeken

Alle onderzoeken (hoofdstuk 6 t/m 9) waren *transversaal* van opzet: lawaai-blootstelling en mogelijke effecten werden tegelijkertijd gemeten. Één van de nadelen van transversaal onderzoek is dat zieke werknemers niet meer aanwezig zijn in de werknemers-onderzoekspopulatie. Hierdoor kan een onderschatting optreden van eventuele effecten van gezondheidsbedreigende arbeidsomstandigheden. Dat niet voor longitudinaal onderzoek gekozen is, had verschillende oorzaken. Prospectief onderzoek naar gevolgen van lawaai voor de bloeddruk zou bijv. tien jaar of langer duren. Bij projectfinanciering ontbreekt daartoe de mogelijkheid. Retrospectief cohort-onderzoek m.b.t. bloeddrukwaarden, is van twijfelachtige waarde omdat de bloeddruk mede afhankelijk is van de momentane leefsituatie. Het is niet eenvoudig om recente bloeddrukwaarden te interpreteren wanneer de werknemer al jaren elders werkt of een WAO-uitkering heeft. Een bijzonder probleem is nog dat bloeddrukmeetwaarden uit het verleden zelden of nooit bruikbaar zijn voor wetenschappelijk onderzoek vanwege de grote invloed van de gevolgde meetopzet op de verkregen bloeddrukwaarden. Bloeddrukwaarden verkregen zonder een omschreven meetprotocol zijn reeds bij voorbaat onbruikbaar. Een case-control onderzoek m.b.t. bloeddrukeffecten van lawaai was wél mogelijk geweest. Er is niet voor gekozen omdat op deze wijze alleen de bloeddruk onderzocht had kunnen worden.

De transversale onderzoeksopzet verkreeg overigens wel *longitudinale kenmerken*, door de duur van de blootstelling aan lawaai in de analyse te betrekken. De geldigheid van de uitspraken blijft echter beperkt omdat werknemers die al dan niet ziek bij het bedrijf vertrokken waren, niet onderzocht konden worden.

De nadelen van transversaal onderzoek zijn vooral van betekenis voor eventuele effecten die selectiegevoelig zijn. Verhoogde bloeddruk leidt echter pas op langere termijn tot ziekte en arbeidsongeschiktheid. Het onderzoek is daarom opgezet vanuit de verwachting dat de invloed van lawaai, mits aanwezig, aantoonbaar blijft in een transversale opzet. Voor hinder van lawaai werden vergelijkbare vooronderstellingen gehanteerd vanuit de gedachte dat alleen extreme hinder zal leiden tot verandering van baan.

Aansluiting bij audiometrisch onderzoek bood grote organisatorische voordelen. Een nadeel was dat audiometrisch onderzoek in het algemeen plaats vindt bij werknemers werkzaam bij lawaainiveaus boven 80 of 85 dB(A) (L_{Aeq}). Het is mede daardoor niet mogelijk gebleken om groepen werknemers te onderzoeken, werkzaam bij lagere lawaainiveaus. De campagne-gewijze opzet van de meeste audiometrie-programma's had als nadeel, dat zieken en werknemers op cursus, karwei of vakantie eerder ontbraken dan wanneer het onderzoek zich over een langere periode had uitgestrekt.

Het *eerste veldonderzoek* vond plaats m.b.v. reeds verzamelde gegevens van de bedrijfsgezondheidsdienst 's-Hertogenbosch (hoofdstuk 6). Onderzocht is of een verband bestaat tussen blootstellingsduur aan lawaai en bloeddruk.

Het *tweede veldonderzoek* was verkennend van karakter en werd verricht in een metaalindustrie (hoofdstuk 7). Onderzocht is of het ontwikkelde onderzoeksinstrumentarium voldeed. De vraagstelling was wederom naar een verband tussen blootstellingsduur aan lawaai en bloeddruk. Een tweede vraagstelling betrof de aard en omvang van hinder van lawaai, een derde de mogelijkheid om correcties aan te brengen voor invloeden van andere arbeidsomstandigheden en persoonsgebonden factoren.

Het *derde veldonderzoek* vond plaats bij een scheepsreparatiewerf (hoofdstuk 8). De vraagstelling was of werknemers van twee afdelingen met een groot verschil in lawaainiveau, verschilden in bloeddruk, hinder van lawaai, nervositeit, gebruik van geneesmiddelen, etc. Door externe omstandigheden konden echter geen vragen gesteld worden naar andere arbeidsomstandigheden dan lawaai. Achteraf bleek een *secundaire analyse* mogelijk m.b.v. door het NIPG-TNO verzamelde gegevens, waardoor op afdelingsniveau bekend werd waarin de overige arbeidsomstandigheden verschilden.

Het *vierde veldonderzoek* (hoofdstuk 9) werd verricht bij zeven bedrijven met medewerking van vijf bedrijfsgezondheidsdiensten. De vraagstelling was gelijk aan die uit het tweede en derde veldonderzoek. De populatie was echter groter en meer verschillend van samenstelling, en was in te delen in vier lawaainiveaus. Ditmaal kon uitgebreid gevraagd worden naar andere arbeidsomstandigheden dan lawaai.

3.3. Operationalisatie

3.3.1. Lawaai blootstelling

Lawaai blootstelling is uit te drukken in lawaainiveau, blootstellingsduur en totale lawaai blootstelling. Het lawaainiveau is van belang als onafhankelijke variabele bij onderzoek naar effecten van lawaai die optreden tijdens of kort na de blootstelling. De blootstellingsduur en de totale lawaai blootstelling zijn van belang voor effecten die optreden na jaren blootstelling zoals gehoorverlies door lawaai en mogelijk bloeddrukverhoging.

Het lawaainiveau is gemeten in decibel A (dB(A)), in navolging van het algemeen gebruik van het A filter vanwege de overeenkomst met de gevoeligheid van het gehoor voor lawaaidoofheid (Burns and Robinson, 1970). Het frequentie-spectrum van de geluiden werd niet gemeten in de veldonderzoeken, omdat dergelijke metingen te arbeidsintensief zijn.

Als maat voor het gemiddelde lawaainiveau over een achturige werkdag is gekozen voor L_{Aeq} over 8 uur (L_{Aeq} , 8 h, aangegeven als L_{Aeq}), waarbij de diverse lawaainiveaus op de werkdag gemiddeld zijn volgens het "equal energy"-principe (voor formules zie bijv. Van den Berg en Rövekamp, 1981). Het "equal energy"-principe heeft betrekking op de relatie tussen lawaai blootstelling en gehoorverlies. Het wil zeggen dat de kans op gehoorbeschadiging evenredig is met de energie-inhoud van geluid, ongeacht de concrete invulling van lawaainiveau en blootstellingsduur (binnen zekere grenzen). Bij verdubbeling van energie oftewel een toename van het geluidniveau met 3 dB, moet de blootstellingsduur gehalveerd worden bij gelijkblijvende kans op gehoorbeschadiging. Dit geldt voor constant, fluctuerend en intermitterend geluid (Burns and Robinson, 1970; Passchier-Vermeer, 1975). Voor impuls geluiden lijkt L_{Aeq} voorlopig eveneens de beste maat, mits gemeten met meetapparatuur met een snelle tijdsconstante (Von Gierke, 1983).

Bij meting van L_{Aeq} is de frequentie-inhoud en het verloop in de tijd niet bekend. Deze informatiereductie is van slechts geringe betekenis als het gaat om de vraag in welke mate lawaai gehoorverlies kan veroorzaken. Het is niet bekend of hetzelfde

de bijv. geldt m.b.t. eventuele bloeddrukveranderingen. Over de relatie tussen fysische lawaai kenmerken en hinder van lawaai is meer bekend, al bestaat over diverse aspecten geen overeenstemming (zie 2.6.2). Geluiden met een hoog geluidniveau, een lange duur, hoge frequenties, veel tooncomponenten in het spectrum, impuls karakter of een langzaam toenemend geluidniveau, zijn volgens Kryter (1970) hinderlijker dan andere geluiden. Diverse onderzoekers hebben daarom lawaai meet- en beoordelingsprocedures voorgesteld die beter zouden voldoen dan L_{Aeq} , zoals de Noise Pollution Level, Marek VI en VII, het tellen van geluidspieken (verkeer), meting van het niveau dat gedurende 1% van de blootstellingstijd overschreden wordt ($L1\%$) en correctiefactoren voor bepaalde frequenties of voor impuls geluid. Frequentiemetingen en statistische geluids analyses waren echter ten tijde van het onderzoek alleen stationsair, dus niet persoonsgebonden uit te voeren.

Meettechnische beperkingen en onenigheid over de meest ideale maat hebben er daarom toe geleid dat een groot aantal onderzoekers L_{Aeq} gekozen hebben als niet ideale, maar wel praktisch hanteerbare maat voor veldonderzoek naar bijv. hinder van verkeers lawaai. Bij specifieke hinderonderzoeken lijken gedetailleerder meetgegevens wel noodzakelijk.

Een apart probleem is de grote invloed van psychische en sociale factoren zoals van de betekenis van het geluid op de mate van hinder. Meting hiervan is vrijwel uitsluitend mogelijk m.b.v. interviews of schriftelijke vragenlijsten.

Lawaai metingen werden op twee manieren verricht; *areaal metingen*, zijnde metingen op vaste plaatsen in de werkruimte en *persoonlijke lawaaidosis metingen*, bestaande uit metingen met een lawaaidosis meter ("persoonlijke geluidsexpositiemeter" volgens Van den Berg en Rövekamp, 1981) die werknemers met zich meedragen.

Met areaal metingen wordt het lawaainiveau (meestal geluidsdruk-niveau (SPL), soms L_{Aeq}) van machines of bewerkingen gemeten, nodig voor bijv. het samenstellen van een lawaai kaart van het bedrijf en voor lawaai bestrijdingsdoeleinden (Rövekamp en Van den Berg, 1980). Areaal metingen zijn meestal niet representatief voor het lawaainiveau waaraan werknemers gemiddeld over de dag blootgesteld zijn, omdat lawaai bronnen vaak niet de hele dag aan staan en

veel werknemers niet vast op één plaats werken of een wisselende afstand tot de lawaaibron hebben. Daarom hebben persoonlijke lawaaidosismetingen de voorkeur wanneer de lawaai blootstelling per werknemer gemeten moet worden (Lindeman, 1979; Beaulieu, 1980); al zijn ook andere methoden denkbaar (zie 12.2).

Uit een evaluatie-onderzoek bleek dat *lawaaidosimeters* i.h.a. valide en betrouwbaar waren (Van den Berg en Rövekamp, 1981). Impulsgeluiden werden echter 3 tot 5 dB(A) te laag gewaardeerd. Aangeraden wordt om de microfoon zo dicht mogelijk bij het oor te bevestigen, bijv. aan de helm of op de schouder. In het derde en vierde veldonderzoek (hfdst. 8 en 9) werd de microfoon bovenop de meter in de borstzak gedragen respectievelijk op de kraag gespeld uit praktische overwegingen. Uit voornoemd evaluatie-onderzoek bleek echter dat de microfoonpositie van verwaarloosbare betekenis is in echorijke ruimten zoals in de meeste fabriekshallen. In een gericht geluidveld is de meetwaarde in bepaalde omstandigheden maximaal 3 dB hoger in de borstzakpositie vergeleken bij een positie dichterbij het oor. Bij gebruik van bijv. een laskap kan het verschil groter zijn, met een (terecht) lagere meetwaarde bij het oor (Erlandsson et al, 1979).

Lawaaidosismetingen zijn steeds verricht bij een representatieve *steekproef*. Individuele daggemiddelden werden gebruikt om groepen werknemers in te delen in een lawaainiveauklasse. Hierdoor worden onnauwkeurigheden en toevalsfactoren bij elke meting afzonderlijk van minder groot belang voor het onderzoek.

Als maat voor de *blootstellingsduur* is het aantal jaren werk in lawaai gekozen.

De *totale lawaai blootstelling* is een maat die de totale hoeveelheid lawaai aangeeft waaraan een werknemer op zijn/haar werk blootgesteld geweest is, gedurende de jaren die hij of zij gewerkt heeft. In deze maat moeten lawaainiveau(s) en blootstellingsduur bijeengebracht worden. In het laatste veldonderzoek wordt deze maat verder uitgewerkt (zie 9.3.3.2).

3.3.2. Bloeddruk

In de veldonderzoeken was het niet mogelijk om de bloeddruk van elke werknemer te bepalen op meer dan één moment, bijv. op verschillende dagen, omdat de metingen aansloten bij het audiometrisch onderzoek. Uitgangspunt was het meten van een 'casual' bloeddruk, d.w.z. een meting op een (willekeurig) moment van de dag, niet na een speciale periode van rust (Krönig et al, 1974). Lichamelijke inspanning kort tevoren was uitgesloten; in sommige onderzoeken was wel mentale belasting aanwezig (bij iedereen) kort vóór de bloeddrukmeting. De meetwaarde per individu is bij een 'casual' bepaling afhankelijk van emotionele en situatieve factoren en het tijdstip van de dag (Smolensky et al, 1976). In de analyse werden daarom meestal groepsgemiddelden als analyse-eenheid gehanteerd.

I.v.m. het epidemiologisch karakter van het onderzoek is gekozen voor de indirecte meetmethode. Verschillende *bloeddruk meters* zijn gebruikt. In het experimentele onderzoek is een Dinamap 845 (R) bloeddrukmeter gebruikt, omdat deze ongevoelig is voor hoge lawaainiveaus in de meetomgeving. In het eerste veldonderzoek is een eenvoudige veermanometer gebruikt, een Manuell type Primus II (R), in het tweede en derde veldonderzoek een epidemiologische London School of Hygiene (LSH) (R) bloeddrukmeter. In het laatste veldonderzoek zijn verscheidene half-automatische Waterpik Professional (R) bloeddruk meters gebruikt. Alle meters behalve de veermanometer, zijn zo geconstrueerd dat observer-bias grotendeels voorkomen wordt door automatische bloeddrukwaardebepaling (Dinamap, Waterpik) of "blinde aflezing" (LSH).

In elk onderzoek werden de bloeddrukwaarden vergeleken van (groepen) werknemers die allen met dezelfde bloeddrukmeter waren gemeten. De validiteit van de meter t.o.v. de gebruikelijke bloeddrukmeting met één kwikkolom of t.o.v. intra-arteriële bepalingen is daarom van slechts beperkte betekenis voor de onderzoekresultaten. Een enkele opmerking over de validiteit is echter wel van belang. De Dinamap bloeddrukmeter werd gevalideerd t.o.v. de conventionele auscultatoire methode met een kwikkolom (Windemuller en Blinkhof, 1979). Ramsey (1979) valideerde de meter t.o.v. intra-arteriële

metingen. Over de veermanometer zijn geen gegevens bekend. De validiteit van veermanometers wordt echter niet erg hoog geacht (Gezondheidsraad, 1978b; Bowman, 1981). De LSH-bloeddrukmeter is vóór het onderzoek gekocht m.b.t. de juiste drukmeting. T.a.v. de werkwijze en de validiteit wordt verwezen naar 7.2 en 8.3.4.

Over de validiteit van de Waterpik bloeddrukmeter is weinig bekend. Het bloeddrukmetertype is in de Bondsrepubliek Duitsland toegelaten tot de ijkingsprocedure. Alle meetapparaten werden vóór aflevering gekocht volgens de daar geldende wet (Eichgesetz, 1969). Deze ijking is twee jaar geldig en heeft betrekking op de juiste drukmeting (ijkfoutgrens ± 3 mm kwik). Het elektronische gedeelte zou eveneens getest zijn.

De Gezondheidsraad (1983) acht gebruik van automatische bloeddrukmeters niet aan te bevelen i.v.m. het ontbreken van een betrouwbare ijkmethode. Algemeen wordt echter erkend dat de conventionele meetmethode, door de bijzondere gevoeligheid voor intra- en inter-observer verschillen, ongeschikt is voor epidemiologisch onderzoek. De LSH-bloeddrukmeter leek voor het laatste veldonderzoek, waarbij verscheidene personen op verschillende plaatsen de bloeddruk zouden meten, eveneens ongeschikt omdat deze meter moeilijk te bedienen is en als onhandig ervaren wordt. Hierdoor zou een risico geïntroduceerd worden van een niet-gestandaardiseerd gebruik. Het vermijden van intra- en inter-observer verschillen werd door ons van dermate groot belang geacht, dat ondanks een aantal bezwaren gekozen is voor de Waterpik bloeddrukmeter, waarbij de bloeddrukwaarde automatisch bepaald wordt.

De manchetbreedte moet volgens de Gezondheidsraad (1978a) minimaal 13 x 30 cm zijn, met een voorkeur voor 14 x 40 cm. Alle manchetten voldeden aan de minimale eis, m.u.v. de manchet van de Waterpik bloeddrukmeter (12 x 22.5 cm), waarvoor geen grotere manchet te leveren was.

In alle onderzoeken werd een meetprotocol opgesteld en geïnstrueerd. De bloeddruk werd gemeten na minimaal 15 minuten rust, d.w.z. zonder bewegingen van enige betekenis, aan zittende personen. Knellende kledingstukken om de arm werden voorzover nodig verwijderd. De manchet werd 2-3 cm boven de elleboogsplooi aangebracht en opgepompt tot 30 mm Hg boven de vermoedelijke systolische

bloeddruk, onder palpatoire controle (LSH, Waterpik). Bij de Dinamap werd de begindruk elektronisch geregeld. De leegloopsnelheid werd bij alle meters ingesteld op 2-3 mm Hg per seconde. De eerste en vijfde Korotkow-toon (LSH-meter) werden genoteerd als systolische, respectievelijk diastolische bloeddrukwaarde (Gezondheidsraad, 1978a, 1983). De bloeddrukwaarden van de Dinamap en Waterpik bloeddrukmeters zouden hiermee overeenkomen.

3.3.3. Vragenlijst

Voor de veldonderzoeken werd een vragenlijst opgesteld met vragen naar persoonskenmerken, lawaai-blootstelling, arbeidsomstandigheden, hinder van lawaai en gezondheidsklachten. Bij het opstellen van de vragenlijst is gebruik gemaakt van voorgaand onderzoek op het Coronel Laboratorium (Meijer et al, 1981), de VPFA-vragenlijst (Dijkstra et al, 1981), de VOG-lijst (Dirken, 1967), Manninen (1979), Elsner (1977) en van diverse ergonomische checklijsten. De eerste versie werd getest op een bedrijf van de BGD 's-Hertogenbosch op het inhoudelijk begrijpen van de gestelde vragen. N.a.v. de ervaring in twee veldonderzoeken, werd de lijst verbeterd voor het laatste veldonderzoek. Dit betrof met name de vraagstelling naar lawaai-blootstelling in het verleden.

Dijkstra (1981) benadrukt de noodzaak van het vertrouwen van de werknemers in de onderzoeksinstantie. Antwoorden op vragen zijn alleen betrouwbaar wanneer eerlijke beantwoording niet kan leiden tot nadelen voor het individu. Bij de veldonderzoeken is mede daarom in publieke aankondigingen en in het schriftelijk voorwoord bij de vragenlijst benadrukt, dat de onderzoeksresultaten per individu strikt vertrouwelijk behandeld zouden worden.

De validiteit van de antwoorden is desondanks niet bij voorbaat voor alle vragen aan te geven. Vragen naar persoonskenmerken en ploegendienst zullen weinig problemen opleveren. Vragen naar bijv. de sfeer op de afdeling of de mate van nervositeit leveren vermoedelijk minder valide antwoorden op, omdat diverse persoonlijke en sociale factoren de beantwoording kunnen beïnvloeden. Dit probleem is gedeeltelijk op te lossen door vergelijkingen te maken tussen groepen werknemers, waarbij het probleem van de vertekende ant-

woorden geworden is tot een probleem van systematische "bias" van antwoorden in groepen (Dijkstra, 1981).

Naar *arbeidsomstandigheden* is gevraagd d.m.v. hindervragen, in navolging van Dijkstra. De subjectieve beleving van de arbeidsomstandigheden leek van even groot belang als de aanwezigheid ervan. Hinder is bovendien m.b.v. vragen meetbaar terwijl de aanwezigheid van bepaalde arbeidsomstandigheden meestal alleen nauwkeurig te bepalen is m.b.v. metingen. In de onderzoeksopzet waren metingen echter niet uitvoerbaar. Aangenomen werd wél dat afdelingen die aanzienlijk verschilden in hinder, in werkelijkheid ook verschilden in aanwezigheid van belastende arbeidsomstandigheden.

Een groot aantal vragen is gesteld naar specifieke *lawaaihinderaspecten*. De schriftelijke vragenlijst-vorm werd gekozen vanwege de hanteerbaarheid en verwerkbaarheid bij grote aantallen werknemers. In een andere opzet zouden interviews de voorkeur genieten waarvoor de ervaringen van de werknemers met lawaai meer spontaan naar voren hadden kunnen komen.

In de vragenlijst zijn vragen opgenomen naar de *subjectieve gezondheidstoestand*, omdat lichamelijk onderzoek en biometrisch onderzoek anders dan de bloeddrukmeting, lengte- en gewichtmeting en audiometrie, niet geschikt leken voor dit breed opgezet onderzoeksprogramma. Bij onderzoek naar één of een beperkt aantal mogelijke extra-auditieve lichamelijke reacties zoals bijv. duizeligheid, lijkt lichamelijk of biometrisch onderzoek overigens wél aan te bevelen (zoals nystagmografisch onderzoek).

Het was niet mogelijk om reeds gevalideerde vragenlijsten zoals de VOG te hanteren omdat deze te uitgebreid waren om aan de overige onderzoeksgedeelten te koppelen. In het onderzoek is daarom m.b.v. zelf opgestelde vragen gevraagd naar *gezondheidsbeleving*, bijv. klachten over nervositeit, en naar *gezondheidsgedrag* zoals gebruik van kalmerende middelen en artsenbezoek.

3.3.4 Audiometrie

Gekozen is voor de methode die in de Nederlandse bedrijfsgezondheidszorg het meest wordt toegepast: handbediende *toonaudiometrie* (alleen luchtgeleiding) volgens de *continue screeningsmethode*.

Hierbij worden de testtonen gepresenteerd vanaf het screeningsniveau van + 15 dB. Een voordeel van de screeningsmethode is de korte testtijd en een gunstige waardering door de onderzochte personen. Een nadeel is dat op deze wijze ongeveer 7 dB te grote gehoorverliezen worden gemeten, gemiddeld over 2 tot 6 kHz vergeleken met andere internationaal gestandaardiseerde handbediende methoden (Passchier-Vermeer en Dijkers, 1979; Passchier-Vermeer et al, 1979).

Door alle audiometristen werd de zogenaamde "Leidse methode" gebruikt, geleerd op de audiometristenopleiding in Leiden, om de gehoordrempel te bepalen. De gehoortesten werden, waar mogelijk, uitgevoerd in geluidsisolerende cabines. Bij het eerste en laatste veldonderzoek bleek dit niet overal te realiseren. De onderzochte werknemers waren in alle onderzoeken minstens 15 minuten uit het lawaai van de werkomgeving, waarmee voldaan werd aan eisen opgesteld door de Werkgroep Lawaai- invloeden CARGO-TNO (1981), teneinde de invloed van een tijdelijke gehoordrempelverschuiving (TTS) te beperken.

Werknemers met pathologische bevindingen bij otoscopie of met een anamnese met hersentrauma's, ziekten aan de oren of blootstelling aan explosief geluid, gecombineerd met daarbij passende afwijkingen op het audiogram, werden beoordeeld als werknemers met "*andere oorpathologie*" dan door lawaai veroorzaakt. Deze werknemers werden van de bewerking uitgesloten wanneer het effect van lawaai-blootstelling op het gehoor onderzocht werd.

Vóór bewerking van de gegevens werd bovendien gecorrigeerd voor *ouderdomsdoofheid* (presbycusis) met de tabellen van Spoor (1972).

Als maat voor gehoorverlies door lawaai is gekozen voor het gehoorverlies van het slechtste oor, ervan uitgaande dat eenzijdig groter gehoorverlies kan optreden door eenzijdig grotere lawaai-blootstelling. Gekozen is vervolgens voor het grootste gehoorverlies over 3, 4 of 6 kHz (3150, 4000 of 6300 Hz in hoofdstuk 6), omdat gehoorverlies door lawaai met name op deze frequenties te verwachten is (Burns and Robinson, 1970; Passchier-Vermeer, 1972). Buitenlandse onderzoekers naar extra-auditieve effecten van lawaai, hanteerden dezelfde of vergelijkbare criteria (Jonsson and Hansson,

1977; Cohen et al, 1980; Manninen and Aro, 1979).

Bij beschouwingen over de sociale handicap door gehoorverlies is gebruik gemaakt van criteria gedefinieerd door Suter (1980) (zie 8.3.10).

4 SECUNDAIRE ANALYSE CBS-ONDERZOEK*

4.1. Inleiding

Door het CBS is in 1977 een steekproef van de Nederlandse bevolking onderzocht op een aantal aspecten van hun welzijn (CBS, 1978a). Het doel van het onderzoek was een beschrijving te geven van de leefsituatie van de Nederlandse bevolking van 15 jaar en ouder. De volgende aspecten van de leefsituatie, die worden geacht van invloed te zijn op het welzijn, zijn onderzocht: woonsituatie, dagelijkse bezigheden waaronder arbeidsomstandigheden, vrije-tijdsbesteding, gezondheidstoestand en sociale contacten. Per aspect van de leefsituatie is gevraagd in welke voornamelijk objectieve omstandigheden de respondenten zich bevonden en hoe zij deze feitelijke toestand beleefden.

Door ons werden de volgende vragen geformuleerd aan de hand waarvan wij een eigen analyse van het CBS-onderzoek hebben uitgevoerd:

- hoeveel werknemers in de industrie hebben last van lawaai?
- welke verbanden zijn aanwezig tussen de verschillende arbeidsomstandigheden?
- heeft blootstelling aan lawaai een nadelige invloed op gezondheid?
- hebben andere belastende arbeidsomstandigheden een negatieve invloed op de gezondheid?

*) bewerkt naar: J. Verbeek, F. de Vries, F. van Dijk. Analyse van het CBS-onderzoek: "De leefsituatie van de Nederlandse bevolking 1977". Amsterdam, Coronel Laboratorium, 1982. Rapport.

De gegevens van het CBS-onderzoek waren geregistreerd bij het Steinmetz-archief te Amsterdam. Wij zijn dit instituut erkentelijk voor het ter beschikking stellen van deze gegevens en voor hun hulp bij enkele voorbereidende data-bewerkingen.

4.2. Materiaal en Methoden

Het CBS-onderzoek betrof een enquête onder 4159 personen van 15 jaar en ouder, at random gekozen uit de bevolking. De gestelde vragen, voorzover in de secundaire analyse gebruikt, zijn (verkort) weergegeven in het oorspronkelijke rapport.

In de secundaire analyse werden in eerste instantie die personen geselecteerd die een beroep uitoefenden (n=2002). Vervolgens werd de analyse uitgevoerd op de gegevens van alle mannelijke arbeiders die werkzaam waren in ambachts-, industrie-, transportberoepen en aanverwante functies (CBS, systematische beroepenclassificatie 1971). Dit betrof 361 personen. Om een meer homogene groep te verkrijgen wat betreft sociaal-economische status, werden uit deze laatste groep degenen weggelaten met een inkomen groter dan f 31.000,-- per jaar, of met een onderwijsniveau hoger dan middelbaar onderwijs, of met een inkomen groter dan f 25.000,-- per jaar en een middelbaar onderwijsniveau. Dit betrof 50 personen. Hierdoor bleven de gegevens van 311 personen over voor verdere bewerking (tabel 4.1).

Ter vergelijking zijn in tabel 4.1 de cijfers van de gehele beroepsbevolking weergegeven, zoals die geëxtrapoleerd zijn uit de Arbeidskrachtentelling van het CBS uit 1975 (n=299.436, leeftijdsrange 15 tot 65 jaar; CBS, 1978b). In het door ons bewerkte materiaal is een ondervertegenwoordiging zichtbaar van de gekozen beroepsgroepen. Een verklaring hiervoor ontbreekt.

Tabel 4.1

Overzicht steekproef uit CBS-onderzoek Leefsituatie 1977, met vergelijkbare gegevens uit CBS-onderzoek Krachtentelling 1975.

	CBS leef- situatie 1977		CBS arbeidskrach- tentelling 1975
1. steekproefgrootte	4159		
2. beroepsbeoefenaren	2002		4.490.00 totale beroepsbevolking
3. mannelijke beroeps- beoefenaren	1465	73% van 2	3.412.00 76% van 2
4. mannelijke beroeps- beoefenaren in ambachts-, industrie- of transport- beroep	361	25% van 3	1.450.00 42% van 3
5. mannelijke beroepsbe- oefenaren in ambachts-, industrie- of transport- beroep, met een gelijke sociaal-econom. status	311	21% van 3	

De respondenten was gevraagd naar tien mogelijk belastende arbeidsfactoren: reistijd (duur), al of niet werken in ploegdienst, het hebben van regelmatige werktijden, de mate van blootstelling aan lawaai en stank, en de mate waarin vuil werk, gevaarlijk werk, zwaar werk, werk in hoog tempo en eentonige arbeid verricht moet worden. De vragen naar de arbeidsomstandigheden waren gericht op de aan- of afwezigheid ervan, er werd dus niet naar hindergevoelens gevraagd. De vraag naar lawaai luidde bijv.: "Is er veel lawaai in uw werkomgeving?" De antwoordmogelijkheden luiden: erg veel, tamelijk veel, niet zo veel, weinig, vrijwel nooit. Daarnaast zijn vragen gesteld naar het hebben van sociale problemen op het werk ("bijv. dat er spanningen waren met uw collega's, chef, enz."), problemen met wonen of met de financiën.

In het CBS-onderzoek waren acht gezondheidsindicatoren opgenomen: de VOG, een vragenlijst naar psychobiologische stressverschijnselen (maagklachten, hartkloppingen, kortademigheid, geïrriteerdheid, etc.; Dirken, 1967); een gezondheidsindex met als naam "de gezondheidstoestand" samengesteld uit antwoorden op een lijst van vragen over 26 lichamelijke aandoeningen en de waarneming van de interviewer of de respondenten doof of slechtziend waren of een

spraakgebrek hadden; de *perceptie* van de eigen gezondheid ; de *satisfactie* met de eigen gezondheid; het al of niet gebruiken van *medicijnen* in de afgelopen twee weken; het gebruik van *medische voorzieningen* (huisarts, specialist, ziekenhuis); de mate van *arbeidssatisfactie* gemeten aan de hand van de zogenaamde ASIA-schaal; het *ziekteruizum* gemeten aan de hand van het aantal door respondenten opgegeven verzuimdagen in de afgelopen drie maanden.

4.3. Resultaten

4.3.1. Algemeen

De gemiddelde leeftijd bedroeg 36.3 jaar. Van de onderzochte personen (n=311) bleek 54% in de industrie te werken, 20% in de bouwnijverheid, 13% in de handelssector, 4% in de dienstverlening en 4% in het transport.

4.3.2. Arbeidsomstandigheden

Door ruim de helft van de ondervraagden werd aangegeven dat er veel of erg veel lawaai was in de werkomgeving. Lawaai is daarmee de meest genoemde arbeidsbelasting van de tien gevraagde kenmerken. Vuil werk en zwaar werk werd eveneens vaak genoemd (tabel 4.2). Arbeiders in ambachts-, industrie- en transportberoepen bleken veel klachten over de arbeidsomstandigheden te hebben, vergeleken met de totale beroepsbevolking.

Tabel 4.2

Percentage *mannelijke* arbeiders in ambachts-, industrie- en transportberoepen, vergeleken met percentage mannelijke werknemers uit totale beroepsbevolking met klachten over arbeidsomstandigheden (CBS, Leefsituatie 1977 (n=311, resp. n=1465)).

	ambacht, industrie transport	totale beroeps- bevolking
<i>lawaai</i>	52%	31%
vuil werk	45%	26%
stank	24%	14%
gevaarlijk werk	22%	*)
lichamelijk zwaar werk	36%	*)
hoog tempo	25%	*)
eentonig werk	26%	13%
reistijd 30 min	21%	*)
ploegendienst	19%	10%
onregelmatige werktijden	12%	*)

*) gegevens ontbreken

Van een aantal arbeidsfactoren zijn ook gegevens bekend uit de CBS-Arbeidskrachtentelling. Deze gegevens zijn slechts gedeeltelijk vergelijkbaar met de gegevens uit de enquête Leefsituatie 1977, aangezien de vragen anders waren geformuleerd en de antwoorden van de vrouwelijke werknemers erbij zijn inbegrepen.

De resultaten van de CBS-Arbeidskrachtentelling komen redelijk overeen met die van de hier geanalyseerde steekproef, al zijn ook verschillen aan te wijzen (tabel 4.3).

Tabel 4.3

Percentage mannelijke en vrouwelijke werknemers in ambachts-, industrie- en transportberoepen met klachten over arbeidsomstandigheden (CBS Arbeidskrachtentelling, 1975)

%	oorzaak lawaai:			
	binnen bedrijf	buiten bedrijf	beiden	totaal
lawaai-erige werkomgeving	36	5	9	50
onhygiënisch door:				
	aard eigen werk	werkomgeving of sanitair	beiden	totaal
onhygiënisch(e) werk(omgeving)	11	3	9	23
	groot gevaar	enig gevaar		totaal
werk gevaarlijk	6	50		56

Geconcludeerd kan worden dat ongeveer de helft van de arbeiders in de industrie, ambacht en transport vond dat er veel tot erg veel lawaai was op het werk.

Om na te gaan in hoeverre werknemers aan meer dan één belastende arbeidsfactor tegelijkertijd waren blootgesteld, werd het gemiddeld aantal overige belastende factoren berekend van de personen die aangaven aan lawaai bloot te staan. Dit bedroeg gemiddeld 2.7 (maximumscore is 9). Lawaai zal dus niet vaak als enige belastende factor voorkomen. Een analoge berekening voerden we uit voor de andere arbeidsomstandigheden. De werknemers bleken gemiddeld aan totaal 3.8 belastende factoren bloot te staan.

Elsner (1977) vond eveneens dat lawaai slechts zelden als enige arbeidsfactor genoemd werd; Volkholz (1977) dat bij vijf of meer belastende factoren m.n. lawaai, tempo, klimaat, stof en zwaar tillen genoemd werden.

Om de onderlinge verbanden tussen de arbeidsomstandigheden te onderzoeken, werden correlaties berekend tussen de verschillende belastende factoren onderling (tabel 4.4). Hieruit bleek een samenhang tussen een groot aantal belastende arbeidsomstandigheden, zoals tussen het voorkomen van lawaai enerzijds en stank, vuil en gevaarlijk werk anderzijds. Eentonig werk, lichamelijk zwaar werk en werken in hoog tempo onderscheidden zich enigszins door lagere correlatiecoëfficiënten met lawaai.

Door middel van factoranalyse (principale componentenanalyse) is getracht het onderlinge verband tussen de arbeidsomstandigheden nader uit te diepen. Hieruit is gebleken dat stank, lawaai, vuil werk en gevaarlijk werk vaak in combinatie voorkwamen. Een andere factor werd gevormd door tempodruk, zwaar werk, gevaarlijk werk en vuil werk. Ploegendienst en onregelmatig werk vormde een aparte factor evenals de reistijd met niet-eentonig en gevaarlijk werk (zie Bijlage 2).

De samenhang tussen de arbeidsomstandigheden en opleiding, inkomen en bedrijfsgrootte is eveneens onderzocht. Hieruit bleek dat werken in lawaai negatief samenhang met het inkomen ($r = -.14$, $P < .05$ eenzijdig)*. Dit geldt overigens ook voor vuil werk, stank en eentonig werk. Een andere bevinding was dat in grote bedrijven wat meer lawaai aanwezig was ($r = .12$, $P < .05$ eenzijdig)*. Tussen de arbeidsomstandigheden en het opleidingsniveau bestond geen significant verband*.

Wel moet bij alle gevonden verbanden bedacht worden, dat hier een m.b.t. opleiding en inkomen tamelijk homogene groep werknemers onderzocht is.

*) gecorrigeerd voor leeftijdsinvloeden.

Tabel 4.4

Significante correlatiecoëfficiënten ($P < .05$, eenzijdig) tussen arbeidsomstandigheden onderling ($n=311$)

	schaa- richting	la- waai	vuil	stank	gevaar	zwaar werk	hoog tempo	een- tonig werk	lange reis- tijd	werk in ploegen- dienst	onregel- matig werk
1 lawaai	vrijwel nooit/ erg veel	x									
2 vuil werk	"	.40	x								
3 stank	"	.36	.46	x							
4 gevaarlijk werk	"	.22	.44	.38	x						
5 lichamelijk zwaar werk	"	-	.52	.24	.42	x					
6 hoog tempo	"	.15	.24	-	.17	.31	x				
7 een-tonig werk	"	.11	-	-	-.12	-	.11	x			
8 reistijd	weinig/ veel	-	-	-	.16	-	-	-	x		
9 ploegen- dienst	nee ja	.17	-	-	-	-	-	.12	-	x	
10 onregel- matig werk	nee ja	-	-	-	-	-.11	-	-	-	.32	x

4.3.3. Arbeidsomstandigheden en gezondheid

Het verband tussen arbeidsomstandigheden en gezondheid is onderzocht door middel van correlatiecoëfficiënten. Aangezien er zowel bij een aantal arbeidsomstandigheden als bij een aantal gezondheidsfactoren een verband bestond met de leeftijd, brachten we door middel van partiële correlatieberekening een correctie aan voor de invloed van de leeftijd (tabel 4.5).

Als meest duidelijke verbanden ($r > .15$ of $< -.15$) werden gevonden:

- werknemers die aangaven zwaar werk te doen, hadden een minder goede gezondheidstoestand
- wanneer sociale problemen op het werk aangegeven worden, werden meer medicijnen gebruikt en waren er meer stressverschijnselen (VOEG); een vergelijkbare samenhang is gevonden voor problemen met wonen
- werknemers die veel onregelmatig werk verrichtten, gebruikten minder medicijnen
- werknemers in kleinere bedrijven hadden meer plezier in het werk.

Lawaai op het werk bleek zich weinig te onderscheiden van de meeste andere arbeidsomstandigheden. Werknemers die aangaven in lawaai te werken, waren van mening een slechtere gezondheidstoestand te hebben en waren minder tevreden over de gezondheid. Zij waren minder tevreden met het werk, maar hadden bijv. niet meer stressverschijnselen.

Tabel 4.5

Significante correlaties ($P < .05$, eenzijdig) tussen arbeidsomstandigheden en diverse probleemgebieden enerzijds en gezondheidsindicatoren en arbeidssatisfactie anderzijds, na correctie voor leeftijdsinvloeden ($n=239$)

	VOEG (weinig- veel stress)	gezonderh. perceptie (gezonderh./ ongezonderh.)	gezonderh. toestand/ (gezonderh./ ongezonderh.)	gebruik v. med. voorz. (weinig- veel)	medicijn- gebruik (weinig- veel)	arbeids- satisf. (ASIA) (veel- weinig)	ziekte- verzuim (weinig- veel)
reistijd	weinig-veel		.13		-.11	.12	
ploegen- dienst	nee - ja						
onregelm. werk	nee - ja				-.16	-.12	
lawaai	vrijwel nooit/ erg veel	.12	.11				.11
vuil werk (vuile stof- fen inademen)	"						
stank	"		.11				
gevaarlijk werk	"			.11			
lichamelijk zwaar werk	"	.15	.12	.17			
hoog tempo	"				.11		
eenlonig werk	"				.11		
bedrijfs- grootte							.26
sociale werkpro- blemen	nee - ja	.13	.14		.21		
woon- problemen	nee - ja	.14			.19		
financiële problemen	nee - ja						

4.4. Discussie

Transversaal onderzoek zoals gebruikt in het CBS-onderzoek, is geschikt voor descriptieve doeleinden, zoals voor een beschrijving van belastende arbeidsomstandigheden. Transversale studies zijn minder geschikt voor (etiologisch) onderzoek naar het verband tussen arbeidsomstandigheden en gezondheidsproblemen op wat langere termijn. In het CBS-onderzoek werden personen die geen betaalde arbeid verrichtten niet in de populatie van beroepsbeoefenaren opgenomen. In de onderzoekspopulatie waren zodoende geen werknemers met een volledige WAO-, WW-, WWV- of bijv. VUT-uitkering aanwezig. Langdurig zieken en arbeidsongeschikt geworden werknemers zijn op deze wijze uit de onderzoekspopulatie verdwenen. Daardoor kan sprake zijn van een ernstige *onderschatting* van een bepaald verband, bijv. doordat de meeste werknemers die een hartinfarct gekregen hebben, inmiddels in de WAO of in de VUT gegaan zijn, of reeds overleden zijn. Een ander probleem in de meeste transversale onderzoeken is, dat de blootstellingsduur aan diverse arbeidsomstandigheden niet in de beschouwing betrokken wordt. Voor veel werknemers zal de blootstellingsduur tamelijk kort zijn. Voor hen is de kans op gezondheidseffecten die pas op langere termijn optreden, bijzonder gering. Wanneer veel werknemers met een korte blootstellingsduur in de populatie aanwezig zijn, is sprake van een "verdunningseffect" op de blootstelling van de geëxponeerde groep.

Deze factoren leiden ertoe dat in transversaal onderzoek alleen zeer sterke en minder selectiegevoelige effecten-op-langere-termijn zichtbaar zullen worden. Voor de niet-significante verbanden kan de conclusie daarom niet zijn dat deze verbanden niet aanwezig zijn, doch alleen dat eventuele positieve of negatieve verbanden niet aantoonbaar zijn (zie ook Hernberg, 1981).

In het CBS-onderzoek zijn geen lawaainiveaus gemeten. Uit ander onderzoek (zie 9.5.2) is gebleken dat een lawaainiveauschatting, gevraagd m.b.v. een vragenlijst, duidelijk beïnvloed wordt door hindergevoelens t.a.v. lawaai. Hindergevoelens kunnen echter mede afhankelijk zijn van bijv. vermoeidheid of gespannenheid of van de actuele gezondheid. Deze factoren kunnen daarom mede van invloed

zijn op de lawaainiveauschatting, waardoor een zeker verband tussen vermoeidheid, gespannenheid en gezondheid enerzijds en lawaainiveauschatting anderzijds verklaard kan worden. In hoeverre dit verband de gevonden onderzoeksresultaten verklaart, is niet aan te geven. Vergelijkbare problemen kunnen zich voordoen bij de vragen naar vuil werk, lichamelijk zwaar werk, hoog tempo, e.d. Om de storende invloed van kenmerken als gemoedstoestand en actuele gezondheid te verminderen, kunnen groepen werknemers, werkend op één bedrijf of afdeling als analyse-eenheid gekozen worden. In het CBS-onderzoek was het individu echter de enig mogelijke analyse-eenheid.

Een opvallende negatieve bevinding is het niet vinden van een verband tussen de arbeidsomstandigheden (met uitzondering van stank) en stressverschijnselen (VOEG). De VOEG is door Dirken juist ontwikkeld voor onderzoek naar stressverschijnselen ten gevolge van o.a. fysische en chemische arbeidsomstandigheden in de industrie. Een mogelijke conclusie is dat de onderzochte arbeidsomstandigheden in het algemeen geen stress veroorzaken. Dirken vond zelf ook niet altijd een positief verband tussen de onderzochte arbeidsomstandigheden en stressverschijnselen. Van de twee deelonderzoeken die hij uitvoerde naar stressverschijnselen bij blootstelling aan lawaai bijv., was slechts één significant positief (Dirken, 1967).

Een andere conclusie zou kunnen zijn dat de blootstelling aan bijv. lawaai *alleen*, in het algemeen onvoldoende is om stressverschijnselen te veroorzaken. In het onderzoek van Dirken is het effect van bepaalde combinaties van belastende arbeidsomstandigheden niet onderzocht. In deze secundaire analyse is weliswaar aangetoond dat bepaalde combinaties vaak voorkomen, maar het effect van deze of andere combinaties op de gezondheid is evenmin onderzocht.

De correlatiecoëfficiënten in dit onderzoek waren over het algemeen laag. De grootte van r (resp. r^2) geeft echter vaak een onderschatting van het werkelijke verband, omdat r gevoelig is voor het verschil in aantal categorieën bij de twee variabelen en voor de marginale verdelingen. De bereikbare bovengrens van r zal immers alleen +1, en de bereikbare benedengrens zal alleen -1 zijn, als de marginale verdelingen van de twee variabelen precies aan elkaar ge-

lijk zijn. In andere situaties is ook een overschatting van het werkelijke verband mogelijk (Van den Ende, 1971, p. 258-259).

Bijna alle gevonden correlaties wijzen op een slechtere ervaren gezondheid bij belastende werkomstandigheden. Vooral *sociale problemen op het werk en lichamelijk zwaar werk* lijken gezondheidsbedreigende factoren te zijn. De invloed van lawaai lijkt daarmee vergeleken van minder groot belang. Deze bevindingen hebben een zekere overeenkomst met recente onderzoeksresultaten van NIPG-TNO (De Winter, 1983). In dit onderzoek werd een consistente samenhang gevonden tussen de somscore voor inspanning en één tot vier jaar later optredende arbeidsongeschiktheid (WAO of AAW). Van belang bleken o.a. moeite met buigen en bukken, tillen en sjouwen, staan en ongemakkelijke houdingen. De somscore voor hinder van materiële arbeidsomstandigheden zoals klimaat, lawaai, stank, vuil werk, trillingen, etc. (17 items) bleek daarentegen geen samenhang te vertonen met later optredende arbeidsongeschiktheid. De onderzoeksresultaten in de secundaire analyse vertonen eveneens overeenkomsten met bevindingen in het *Determinantenonderzoek WAO* (Aarts et al, 1981). De lichamelijke zwaarte van het huidige werk had een aanzienlijke invloed op de WAO-toetredingskans. De aanwezigheid van inconvenianten op het werk zoals tocht, stof, lawaai en stank, had daarentegen geen invloed van betekenis.

Het belang van fysiek zware arbeid als 'oorzaak' voor WAO-toetreding bleek eveneens uit een *patient-controle onderzoek* in de grafische industrie, waarbij overigens ook invloed van andere arbeidsomstandigheden geconstateerd werd, zoals werk dat sterke concentratie vereist en werken onder tijdsdruk (Roeleveld et al, 1982). Arbeidsomstandigheden als lawaai, temperatuurswisselingen, stank e.d., bleken wederom geen risicofactoren voor de WAO.

4.5. Conclusies

1. Lawaai is de meest genoemde belastende factor in het CBS-onderzoek "De Leefsituatie van de Nederlandse Bevolking 1977". Mede op grond van de CBS-Arbeidskrachtentelling 1975 kan verwacht worden dat ongeveer de helft van de arbeiders in Nederland werkzaam in industrie-, ambachts- en transportberoepen, vindt dat er veel lawaai is op het werk.
2. Belastende arbeidsomstandigheden bleken vaak samen te gaan. Vuil werk, stank, eentonig werk en lawaai hingen bovendien negatief samen met het inkomen, binnen de onderzochte groep arbeiders.
3. Arbeiders die aangaven in veel lawaai te werken, hadden een negatiever beeld van, en waren meer ontevreden over de eigen gezondheid. Arbeiders die aangaven lichamelijk zwaar werk te doen, hadden een minder goede gezondheidstoestand. Dit verband wordt ondersteund door bevindingen in andere (longitudinale) onderzoeken waarbij steeds een verband tussen fysiek zware arbeid en arbeidsongeschiktheid (WAO) werd aangetoond. Werkproblemen van sociale aard hingen met stressverschijnselen samen.
4. Doordat geen meetgegevens van de arbeidsomstandigheden beschikbaar waren, is de analyse uitgevoerd m.b.v. subjectieve beoordelingen. De gevonden verbanden tussen arbeidsomstandigheden en gezondheidskenmerken zijn mede hierom slechts van indicatieve aard. De transversale onderzoeksopzet kan bovendien een onderschatting van effecten op langere termijn geven. Uit het niet vinden van een statistisch verband mag daarom niet zonder meer geconcludeerd worden dat in werkelijkheid geen verband aanwezig was.

5 BLOEDDRUK EN (NOR)ADRENALINE-UITSCHEIDING TIJDENS BLOOTSTELLING AAN LAWAAI*

5.1. Inleiding

De eerste vraagstelling van dit experimentele onderzoek luidde: *Is er sprake van bloeddrukverhoging tijdens blootstelling aan lawaai op het werk?* De tweede vraagstelling luidde: *Is er sprake van verhoogde uitscheiding van adrenaline of noradrenaline in de urine?* De hypothese was dat bloeddruk en (nor)adrenaline-uitscheiding hoger zouden zijn tijdens blootstelling aan lawaai vergeleken met een controleconditie zonder lawaai. De hypothese werd eenzijdig getoetst bij $\alpha = .05$.

Het onderzoek werd in een laboratorium uitgevoerd. De nadelen daarvan werden zoveel mogelijk ondervangen. De bloeddrukmetingen werden verricht tijdens het verrichten van arbeid. De onbekendheid van de proefpersonen met de onderzoekssituatie werd beperkt door een kennismakingsbijeenkomst vooraf en door bij de proefpersonenwerving te vragen naar ervaring met in het onderzoek gebruikt elektrisch gereedschap uit de doe-het-zelf-sector. De duur van de blootstelling aan lawaai moest echter om ethische en praktische redenen beperkt blijven.

In de onderzoeksopzet bleek het mogelijk om tegelijkertijd het effect van hand-arm-trillingen op de zenuw- en zintuigfunctie van de hand te onderzoeken. Hiervan is een apart onderzoeksverslag verschenen (Verberk en Kempers, 1982).

*) Bewerkt naar: F. van Dijk, A. Souman, F. de Vries, V. Maarschalkerweerd. De bloeddruk en (nor)adrenaline-uitscheiding tijdens blootstelling aan lawaai bij het werken met schuurmachines. Amsterdam, Coronel Laboratorium, 1982. Rapport.

5.2. Materiaal en methoden

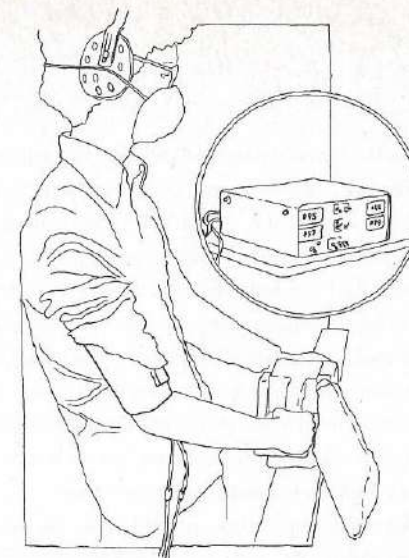
In het laboratorium werd door 24 gezonde mannelijke proefpersonen (ppn) met een gemiddelde leeftijd van 25 jaar (21-33 jaar) arbeid verricht met en zonder lawaaiblootstelling. Bij alle proefpersonen is vooraf een gehoortest afgenomen i.v.m. het hoge lawaainiveau. Op basis hiervan werd één persoon uitgesloten van het onderzoek*.

De arbeid bestond uit machinaal schuren van houten vloerdelen. Er stonden twee werktafels opgesteld zodat steeds 4 ppn tegelijkertijd aan het werk waren. In verband met een parallel gehouden onderzoek naar de gevolgen van trillingen op de tast- en vibratiezin van de vingers, zijn twee soorten apparatuur gebruikt: vlakschuurmachines die veel trillingen produceren, en bandschuurmachines die beduidend minder trillingen geven. Beide machines waren afkomstig uit de hobby-sector en produceerden ongeveer evenveel lawaai. Het lawaainiveau is ter hoogte van het oor van de ppn gemeten met een gecaliëbreerde GenRad 1933 geluidsmeter (voldoet aan IEC-179). Gedurende 18 proefperiodes is de lawaai blootstelling bovendien gemeten met behulp van gecaliëbreerde CEL 179 B lawaaidosimeters (voldoen aan IEC-179 en hebben een zeer geringe tijdsconstante), met de microfoon op de kraag gespeld.

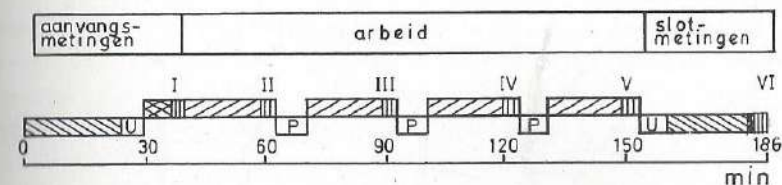
*) Het gehoor werd getest met een continue audiometer (Peckel D77). Als criteria voor het deelnemen aan het experiment werden gesteld:

- het niet aanwezig zijn van oorpathologie in de anamnese
- over 3, 4 en 6 kHz gemiddeld niet meer gehoorverlies dan 25 dB over het slechtste oor i.v.m. een mogelijke bijzondere gevoeligheid voor gehoorverlies door lawaai
- over 250 en 500 Hz gemiddeld niet meer gehoorverlies dan 30 dB over het slechtste oor, om ppn met een slecht gehoor t.g.v. geleidingsstoornissen van het onderzoek uit te sluiten.

opstelling + lawaaimeter



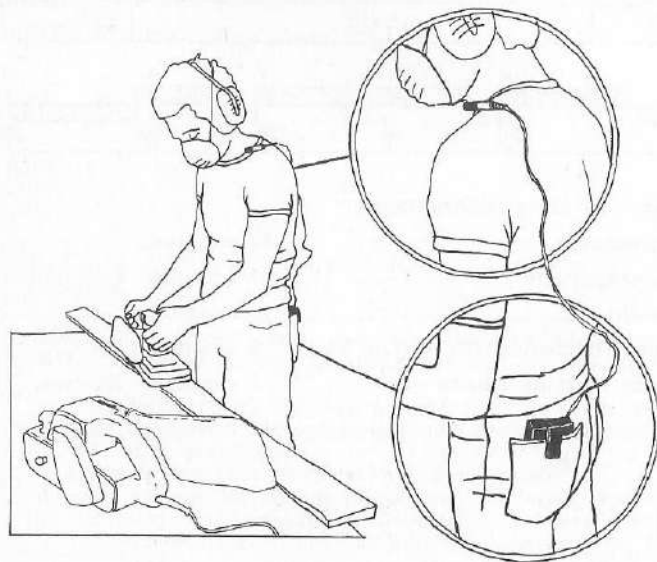
Het experiment bestond voor elke pp uit vier proefperiodes van elk 186 minuten, gehouden op vier achtereenvolgende dagen. Elke proefperiode bestond uit in totaal 80 minuten arbeid, 21 minuten pauze en 85 minuten voor inwerkperiode + metingen + urinelozing.



▨ Tast- en vibratiezinmetingen	}	30 minuten
U Urinelozing		
▩ Inwerkperiode		7 minuten
▤ Arbeid		20 minuten
▬ Bloeddrukmeting (3x) I t/m VI		3 minuten
P Pauze in stille ruimte		7 minuten

De proefperioden vonden bij elke pp plaats op dezelfde tijd van de dag. Twaalf ppn zijn het experiment gestart met een proefperiode in lawaai en twaalf ppn met een proefperiode zonder lawaai. Elke pp werkte twee dagen met de bandschuurmachine (met en zonder lawaai). De volgorde van de vier verschillende proefperioden (vlak-schuurmachine met en zonder, bandschuurmachine met en zonder lawaai) is voor elke pp zo bepaald, dat alle 24 (4!) mogelijke volgorde eenmaal voorkwamen in het onderzoek. Hierdoor werd elk volgorde-effect op de onderzoeksresultaten vermeden.

De vlakschuurmachine kon zonder spierkracht van enige betekenis bediend worden. Het werken met een bandschuurmachine vergde daarentegen enige arbeid van de armen. De arbeid werd staande verricht. Er was dus sprake van voornamelijk statische spierarbeid, tijdens het werken met bandschuurmachines meer dan tijdens het werken met vlakschuurmachines. Er werd geen tijdsdruk op de ppn uitgeoefend. Een groot aantal ppn gebruikte stofmaskertjes. De omgevingstemperatuur varieerde van 16 tot 18°C (droge lucht-temperatuur). Tijdens het werk mocht niet gerookt of gedronken worden. Het koffie- en tabaksgebruik tijdens de pauzes werd voor elke pp constant gehouden.



Gedurende twee van de vier proefperioden droegen de ppn een geluiddempende oorkap. Teneinde een storende invloed van hinder door het dragen van gehoorbescherming te voorkómen, werden in de lawaaiconditie (de andere twee proefperioden) geperforeerde oorkappen gedragen. De theoretische demping van de intacte oorkappen bedroeg 34 tot 43 dB, uitgaande van de laagste kwartielwaarde (door de fabrikant opgegeven) voor de frequenties 1 tot en met 6 kHz*. In de praktijk waren de dempingswaarden waarschijnlijk geringer t.g.v. het dragen van een bril, lang haar, etc.

Het onderzoek is uitgevoerd met een bloeddrukmeter van het type Dinamap 845, werkend volgens een oscillometrisch principe en ongevoelig voor lawaai in de omgeving. Dit apparaat meet automatisch de systolische en diastolische bloeddruk (SBD, DBD) en de polsfrequentie. Omdat de polsfrequentie automatisch gemeten werd, werden ook verschillen in deze parameter onderzocht.

De aflezing van de bloeddrukmeter is digitaal in mm kwik of slagen per minuut. Hierdoor wordt bias door de onderzoeker vrijwel uitgesloten. De metingen werden alle door dezelfde persoon verricht.

Elke bloeddrukmeting bestond uit drie metingen, uitgevoerd met een interval van één minuut. De eerste meting van elk tijdstip is beschouwd als mogelijk afhankelijk van momentane factoren ten gevolge van de arbeid of de bloeddrukmeet-procedure en werd daarom niet bij de analyse betrokken. De tweede en derde meting op elk tijdstip zijn gemiddeld tot één bloeddrukwaarde.

De bloeddruk werd gemeten in staande positie aan de rechterarm. Vlak vóór de bloeddrukmeting werd de schuurmachine uitgezet (in de werkruimte bleef het lawaainiveau hoog t.g.v. het lawaai van andere machines). De pp bleef met ontspannen armen in de werkhouding staan. De metingen werden verricht na de inwerkperiode (I),

*) *Dempingskarakteristiek Bilsom Blauw oorkap volgens de fabrikant (laboratoriumwaarden):*

frequenties:	200	300	400	500	750	1000	1500	2000	3000	4000	6000	Hz
gem. waarde:	12	19	23	27	34	39	36	43	46	49	44	dB
laagste kwartielwaarde:	11	16	21	25	32	37	34	38	43	43	39	dB

na elk van de vier arbeidsperioden (II t/m V) en na de tweede meting van de tast- en vibratiezin (VI). De metingen II t/m V werden beschouwd als de bloeddruk tijdens arbeid met, respectievelijk zonder lawaai.

Om de uitscheiding van noradrenaline en adrenaline in de verschillende condities met elkaar te vergelijken, is van de ppn de urine - geproduceerd tijdens elke proefperiode (130 minuten) - onderzocht. Na aankomst en meting van tast- en vibratiezin werd door de ppn zoveel mogelijk uitgeplast. Na beëindiging van de werkperiode plasten de ppn weer uit, nu in een gereedstaande plastic fles. De bepaling van noradrenaline en adrenaline in de urine vond plaats volgens een HPLC-methode*. Voor de analyse van de meetresultaten zijn noradrenaline- en adrenaline-gehalten gecorrigeerd voor het creatinine-gehalte van de urine.

*) De analyse werd verricht door drs. B. Oosterhuis, afd. klinische farmacologie, Wilhelmina Gasthuis, Amsterdam (hoofd: Dr C.J. van Bortel). Hiervoor is een HPLC-methode gebruikt volgens Schwedt (1978) en Nelson and Carruthers (1981). De catecholaminen werden eerst geëxtraheerd met een gemodificeerde aluminiumoxyde procedure volgens Anton and Sayre (1962). Na scheiding op een reversed Phase C18 kolom werden de stoffen onderworpen aan de trihydroxy-indolreactie (Sawicki and Carnes, 1968). De gevormde derivaten werden fluorometrisch gedetecteerd (voor meer informatie en voor een meer gedetailleerde literatuurverwijzing wordt verwezen naar het oorspronkelijke rapport).

5.3. Resultaten

5.3.1. Lawaainiveau

Het lawaainiveau ter hoogte van het oor van de pp varieerde van 96 tot 98 dB(A). Maximale geluidsdruk niveaus werden gevonden bij 2, 4 en 8 kHz*. Uit 18 metingen met persoonlijke lawaaidosimeters tijdens blootstelling aan lawaai, bleek het lawaainiveau (L_{Aeq} , 80 minuten) te variëren van 94.5 tot 99 dB(A), met als mediaan 98 dB(A).

5.3.2. Bloeddruk en polsfrequentie in lawaai

De meetresultaten op tijdstip I waren oorspronkelijk bedoeld als mogelijke uitgangswaarde van de bloeddruk zonder lawaai. Bij nadere analyse bleek deze waarde daarvoor minder geschikt. De systolische en diastolische waarden hadden nl. een grotere spreiding dan tijdens de overige meettijdstippen. Dit werd vermoedelijk veroorzaakt doordat de bloeddruk tijdens het verloop van de arbeidsperiode méér bepaald werd door de gelijke experimentele condities dan in de aanlooperperiode, waarin verschillen in gewenningsreacties mogelijk een rol speelden. Daarom werd deze waarde niet als referentie gebruikt. De meetresultaten op tijdstip VI (30 minuten na expositie) waren bedoeld als bloeddrukmetingen na herstel van lawaai en/of arbeid. Er bleek echter een bloeddrukstijging op te treden na de arbeid. Waarschijnlijk berustte deze op de mentaal inspannende metingen van tast- en vibratiezin. De bloeddruk op tijdstip VI werd dus door meer factoren bepaald dan door herstel van arbeid en lawaai alleen, waardoor deze waarde onbruikbaar werd

*) Gemeten geluidsfrequentie-karakteristiek van een belaste bandschuurmachine type Makita 9401 (geluidsmeter: GENRAD type 1933, na calibratie)

		frequenties			
dB(A)	96-98	63 Hz	72	1000 Hz	84-85
dB lineair	96-98	125 Hz	65	2000 Hz	90-91
		250 Hz	74-75	4000 Hz	90-96
		500 Hz	80-81	8000 Hz	88-89
				16000 Hz	80-81

voor de analyse. Om bovengenoemde redenen is gekozen voor vergelijking van de waarden op de meettijdstippen II t/m V tijdens en zonder lawaai.

In tabel 5.1 is de bloeddruk en polsfrequentie weergegeven tijdens en zonder lawaai blootstelling en het verschil tussen beide, bij 24 ppn, op de meettijdstippen II t/m V. Elk gemiddelde in de tabel is zodoende het gemiddelde van 192 bloeddrukwaarden. De gemiddelde diastolische bloeddruk over meettijdstippen II t/m V bleek weinig doch significant hoger te zijn tijdens blootstelling aan lawaai. De gemiddelde systolische bloeddruk en polsfrequentie waren niet significant verhoogd of verlaagd.

Tabel 5.1

Gemiddelde bloeddruk (mm kwik) en polsfrequentie (slagen/minuut) tijdens en zonder lawaai blootstelling en verschil tussen beide condities (n=24 ppn)

	tijdens lawaai (s.d.)	zonder lawaai (s.d.)	verschil van gemiddelden
gem. syst. blddr.	127.8 (7.85)	127.4 (8.26)	0.4 n.s.
gem. diast. blddr.	75.2 (6.24)	74.1 (5.95)	1.1 P<.05*
gem. polsfrequentie	77.5 (11.93)	78.9 (11.56)	-1.4 n.s.

*) P < .05, gepaarde T-toets, eenzijdig getoetst

In *figuur 5.1.* is het *verloop* van de bloeddruk en de polsfrequentie tijdens de proefperiode weergegeven. Elke waarde in de grafiek is het gemiddelde van 48 waarden. Bij statistische toetsing van de waarden per meettijdstip, bleek de diastolische bloeddruk alleen op meettijdstip II significant hoger tijdens blootstelling aan lawaai dan tijdens het dragen van gehoorbescherming. Op de drie andere meettijdstippen III, IV en V bleef de diastolische bloeddruk tijdens de lawaai blootstelling wel steeds gemiddeld hoger dan tijdens het dragen van gehoorbescherming, maar het verschil was niet significant. De systolische bloeddruk was op geen enkel tijdstip significant verschillend.

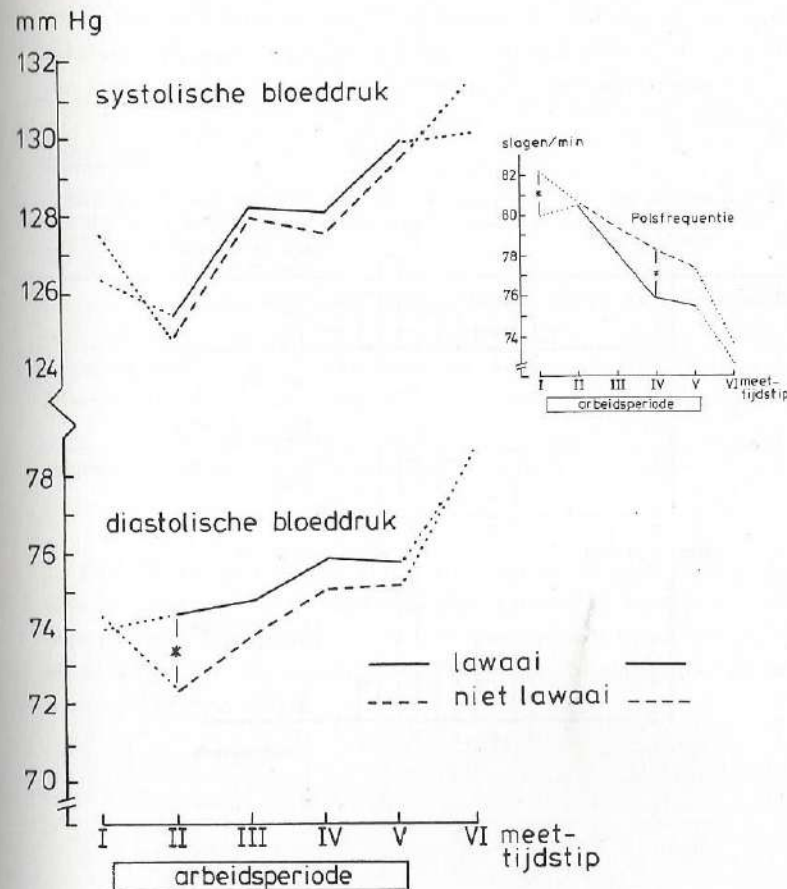
De polsfrequentie bleek op meettijdstip I en IV significant lager tijdens lawaai blootstelling. Op meettijdstip I is nog geen sprake van een verschil in lawaai blootstelling; een verklaring voor dit verschil ontbreekt. De significant lagere polsfrequentie op meettijdstip IV komt overeen met een lagere polsfrequentie op de overige tijdstippen tijdens lawaai blootstelling, al is de gemiddelde polsfrequentieverlaging niet significant.

Opvallend is overigens de bloeddrukstijging en polsfrequentiedaling *tijdens de arbeidsperiode* onafhankelijk van het lawaainiveau. Het is mogelijk dat de bloeddrukstijging tijdens de arbeidsperiode veroorzaakt werd door de werkhouding (statische arbeid) of door de concentratie op het werk.

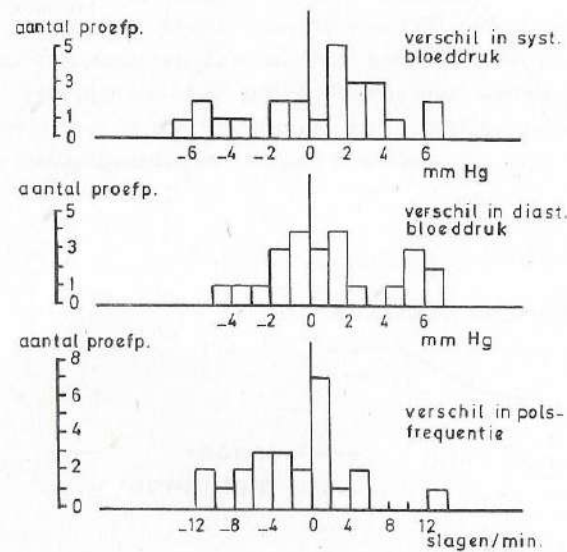
Omdat gemiddelde waarden versluierend kunnen werken, wanneer slechts weinig ppn "gevoelig" zijn, zijn frequentiehistogrammen sa-

mengesteld van proefpersonen die een bepaald verschil in bloeddruk of polsfrequentie vertoonden (figuur 5.2). Hierbij is het verschil berekend van de gemiddelde bloeddruk tijdens lawaai minus de gemiddelde bloeddruk tijdens het dragen van gehoorbescherming, voor elke proefpersoon apart. Het gemiddelde verschil is per proefpersoon het gemiddelde van acht waarden tijdens minus het gemiddelde van acht waarden zonder lawaai. Het frequentiehistogram toont vijf proefpersonen met een meer dan 5 mm hogere diastolische bloeddruk tijdens lawaai-blootstelling.

Het gevonden gemiddelde verschil over alle ppn (tabel 5.1) lijkt zodoende veroorzaakt te zijn door vijf proefpersonen. Het is mogelijk dat deze ppn wat meer gevoelig waren voor bloeddrukverhoging door lawaai; het is ook mogelijk dat een 'toevallige' combinatie van externe omstandigheden van invloed is geweest.



Figuur 5.1 Verloop van bloeddruk en polsfrequentie tijdens en zonder lawaai-blootstelling (n=24 ppn).
P < .05, gepaarde T-toets, eenzijdig getoetst:*



Figuur 5.2 Verschil tussen gem. bloeddruk en polsfrequentie per proefpersoon tijdens en zonder lawaai (n=24 ppn)

5.3.3. Catecholaminen tijdens blootstelling aan lawaai

In tabel 5.2 staan de gemiddelde hoeveelheden uitgescheiden nor-adrenaline en adrenaline van de 24 proefpersonen tijdens de proefperioden in lawaai respectievelijk zonder lawaai en het verschil tussen beide condities. Er bleek geen significant verschil te bestaan.

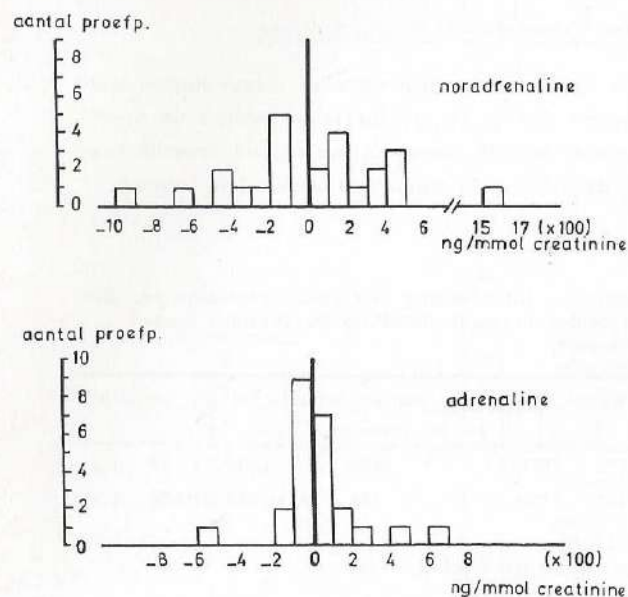
Tabel 5.2

Gemiddelde (nor)adrenaline-uitscheiding (ng/mmol creatinine per 130 minuten) tijdens en zonder lawaai-blootstelling en verschil tussen beide condities (n=24 ppn).

	in lawaai (s.d.)	zonder lawaai (s.d.)	verschil
noradrenaline	1672 (530.1)	1654 (598.2)	18 n.s.
adrenaline	492 (229.5)	459 (242.3)	33 n.s.

gepaarde T-toets, eenzijdig getoetst $P < .05$

Ook bij de catecholaminen is het verschil in uitscheiding voor elke proefpersoon apart berekend. Het resultaat is samengevat in de histogrammen van figuur 5.3. Er zijn geen aanwijzingen dat een beperkt aantal ppn gereageerd heeft met een verhoogde catecholamine-uitscheiding door lawaai.



Figuur 5.3 Verschil tussen (nor)adrenaline-uitscheiding per proefpersoon tijdens en zonder lawaai (n=24 ppn)

5.3.4. Onderlinge verbanden

Onderzocht is welke verbanden er bestaan tussen de gevonden veranderingen in bloeddruk en uitscheiding van catecholamines. De belangstelling voor dergelijke verbanden vloeit voort uit de mogelijkheid dat een verklaring gevonden zou kunnen worden voor bloeddrukbeïnvloeding door lawaai. Uit tabel 5.3 blijkt dat de bloeddrukveranderingen en de adrenaline-uitscheiding samenhangen: naarmate de systolische of diastolische bloeddruk hoger respectievelijk lager is tijdens de lawaai blootstelling, is de adrenaline-uitscheiding ook hoger respectievelijk lager.

Tabel 5.3

Onderlinge verbanden tussen bloeddruk-, polsfrequentie- en catecholamine-uitscheidingsveranderingen tijdens en zonder lawaai blootstelling (n=24 ppn).

Pearsons' correlatiecoëfficiënten

het verschil in bloeddruk, polsfrequentie en catecholamine-uitscheiding tijdens en zonder lawaai blootstelling	Δ syst. blDDR.	Δ diast. blDDR.	Δ pols- frequentie	Δ nor- adrenaline
Δ diast. bloeddruk	.43			
Δ polsfrequentie	-.10 n.s.	.06 n.s.		
Δ noradrenaline-uitscheiding	.07 n.s.	.22 n.s.	-.00 n.s.	
Δ adrenaline-uitscheiding	.38	.35	-.07 n.s.	.23 n.s.

P < .05, eenzijdig getoetst

De adrenaline-uitscheiding tijdens de lawaai blootstelling was echter niet significant verhoogd. Er bestaat dus geen aanwijzing voor een mogelijk oorzakelijk verband: lawaai $\rightarrow$ adrenalinestijging

$\rightarrow$ diastolische bloeddrukstijging. Onderzocht is of de ppn tijdens hun eerste proefperiode een hogere bloeddruk en hormoonuitscheiding hadden, vergeleken met hun eigen gemiddelde over alle proefperiodes. Dit zou een invloed van de proefopzet op bloeddruk en hormoonuitscheiding betekenen, onafhankelijk van het lawaainiveau. We vonden wel een significant hogere bloeddruk, maar geen significant hogere (nor)adrenaline-uitscheiding tijdens de eerste proefperiode (tabel 5.4). Als verklaring blijft over dat niet van lawaai of gewinning aan het experiment afhankelijke stressgevoelens de adrenaline-uitscheiding verhoogd hebben met daaraan gekoppeld de bloeddruk.

Tabel 5.4

Verskil tussen bloeddruk, polsfrequentie en (nor)adrenaline tijdens eerste proefperiode en gemiddelde over 4 proefperiodes (n=24 ppn).

	verschil eerste proefperiode met gemiddelde over vier proefperiodes	
syst. bloeddruk	+ 1.6 mm kwik	P < .05
diast. bloeddruk	+ 1.5 mm kwik	P < .05
polsfrequentie	-1.1 sl/min	n.s.
noradrenaline	+ 62 ng/mmol creat.	n.s.
adrenaline	+ 27 ng/mmol creat.	n.s.

P < .05, gepaarde T-toets, tweezijdig getoetst.

5.4. Discussie

De diastolische bloeddruk bleek tijdens schuurarbeid in lawaai licht verhoogd te zijn. De systolische bloeddruk en de polsfrequentie waren niet veranderd. Dit is globaal in overeenstemming met andere onderzoekgegevens (zie 2.3.1), waaruit met name een verhoging van de diastolische bloeddruk blijkt onder invloed van lawaai. De bloeddrukstijging die in dit onderzoek gevonden werd, is echter gering. Het is mogelijk dat andere arbeidsomstandigheden hierbij een rol gespeeld hebben.

Reeds besproken is dat de ppn vrijwel geen dynamische spierarbeid verrichtten, maar wel statische spierarbeid door het staan en door spierarbeid tijdens het bandschuren. Het kan niet uitgesloten worden dat statische arbeid een geringe stijging van de bloeddruk door lawaai gemaskeerd kan hebben. De beleving van het geluid is mogelijk van belang. Van de ppn bleek bijna driekwart vertrouwd met schuurmachines vóór het onderzoek. Een beduidende angst of onzekerheid geassocieerd met geluid lijkt daarom onwaarschijnlijk. Wel vond 60% van de ppn het geluid hinderlijk, eventuele effecten zouden via hinder kunnen verlopen. Een andere factor is het al dan niet tegelijkertijd optreden van andere belastende factoren dan lawaai. Het experiment vond plaats in een ontspannen sfeer en er

was geen sprake van zwaarwegende produktienormen. De enige andere belasting die wij waarnamen was een zekere mate van hinder van lawaai zelf en van stof; stofmaskertjes voldeden echter redelijk goed. De (perceptief)mentale stress leek niet groot. Het is mogelijk dat juist het ontbreken van andere belastende factoren verklaart waarom slechts geringe bloeddrukveranderingen waargenomen zijn.

In een groot aantal andere onderzoeken werd een stijging van de adrenaline- of noradrenaline-produktie gevonden (zie 2.3.2); voor wat betreft adrenaline vooral samenhangend met het verrichten van mentaal belastende taken in lawaai. Dit is wellicht ook de verklaring waarom in het hier besproken onderzoek geen significante stijging van de adrenaline-uitscheiding gevonden werd. Het niet vinden van een verhoogde noradrenaline-uitscheiding kan volgens Ising et al (1981) voorkomen bij matige stimulering van het ortho-sympathische zenuwstelsel. Pas bij een sterkere ortho-sympathische reactie, bijv. bij extreem hoge lawaainiveaus of bij een combinatie van verscheidene belastende factoren (Klotzbücher en Fichtel, 1978), zou een verhoogde concentratie van noradrenaline in bloed of urine te verwachten zijn.

5.5. Conclusies

Lawaai-blootstelling van 98 dB(A) gedurende 80 minuten tijdens het machinaal schuren van houten vloerdelen door 24 proefpersonen in een laboratoriumsituatie, veroorzaakte een geringe significante verhoging van de diastolische bloeddruk van gemiddeld 1 mm Hg. Systolische bloeddruk, polsfrequentie en (nor)adrenaline-uitscheiding bleken niet significant veranderd. De slechts geringe verandering ten gevolge van de lawaai-blootstelling in vergelijking met andere onderzoeken is wellicht toe te schrijven aan het vrijwel ontbreken van andere belastende omstandigheden naast lawaai of aan een maskerende invloed van statische spierbelasting.

6 INDUSTRIELAWAAI EN BLOEDDRUK, 'S-HERTOGENBOSCH*

6.1. Inleiding

Door de bedrijfsgezondheidsdienst 's-Hertogenbosch was bij periodiek audiometrisch onderzoek bij werknemers blootgesteld aan meer dan 80 dB(A) tevens de bloeddruk gemeten. In eerste instantie werden de gegevens gebruikt voor het lawaai- en gehoorbeschermingsprogramma van de bedrijfsgezondheidsdienst. In een later stadium werden alle gegevens aan het Coronel Laboratorium ter beschikking gesteld voor verdere bewerking.

De vraagstelling was of er verband bestond tussen bloeddruk en blootstellingsduur aan lawaai. Een tweede vraagstelling luidde of er verband bestond tussen bloeddruk en gehoorverlies door lawaai.

6.2. Materiaal en methoden

Het onderzoek werd verricht bij 428 mannelijke werknemers, werkzaam in productiesectoren van een veevoederbedrijf (n=192), chocoladefabriek (n=101), constructiewerkplaats (n=90), drukkerij (n=12), afdeling machinale houtbewerking (n=11) en metaalbewerkingsbedrijf (n=22). De non-respons was ongeveer 10%; deze werd o.a. veroorzaakt door langdurige ziekte en vakantie.

Onderzoek van de werknemers werd in chronologische volgorde als volgt verricht: lawaai- en otologische anamnese, otoscopisch onderzoek, bloeddrukmeting en audiometrie. Het onderzoek werd steeds door dezelfde onderzoeker verricht.

*) bewerkt naar: J. Verbeek, H. van Huygenvoort, F. van Dijk, H. Sallé. Industrielawaai en bloeddruk; een analyse van gegevens van de bedrijfsgeneeskundige dienst 's-Hertogenbosch. T. Soc. Geneesk. 58 (1980a) 446-450.

Het lawaainiveau werd gemeten met een Bruel & Kjaer geluidsmeter type 2209 (areaalmetingen). De gemeten lawaainiveaus varieerden van 78 tot 98 dB(A). In de meeste afdelingen lagen de waarden tussen 85 en 90 dB(A). De bloeddruk werd opgenomen bij zittende personen, met een geijkte veermanometer van het merk Manuell, type Primus II. De waarden werden afgerond op 5 mm kwik. Voor het audiometrisch onderzoek werd een Peekel D77 continue audiometer gebruikt. Het onderzoek vond voor het grootste deel plaats in zogenaamde "stille ruimten" van de bedrijven; de geluidsniveaus op de achtergrond waren in een aantal gevallen weinig ideaal voor het onderzoek. Als maat voor gehoorverlies door lawaai werd het grootste gehoorverlies op 3150, 4000 of 6300 Hz gekozen, na correctie voor presbycusis volgens Spoor(1972). Werknemers met oorziekten in de anamnese, blootstelling aan knallen, schoten of explosies, met pathologische bevindingen uit het otoscopisch onderzoek of met niet door lawaai veroorzaakte afwijkingen in het audiogram, werden bij de berekeningen met betrekking tot gehoorverlies door lawaai buiten beschouwing gelaten (n=131). Genoemde oorzaken of bevindingen zijn samengevat als "andere oorpathologie" (dan door lawaai veroorzaakt).

Gegevens over lawaai- en blootstelling anders dan bij de huidige werkgever, werden verkregen uit de lawaai- en blootstellingsanamnese. Een aantal analyses werden uitgevoerd bij de werknemers zonder andere oorpathologie, die uitsluitend in de huidige werkkring aan lawaai blootgesteld geweest waren (n=238). Daardoor kon het aantal dienstjaren van deze werknemers als maat gelden voor de totale lawaai- en blootstellingsduur. We namen daarbij aan dat vroegere lawaainiveaus vergelijkbaar waren met recent gemeten lawaainiveaus.

Bij analyse van de relatie tussen bloeddruk en dienstjaren of gehoorverlies werd voor storende factoren gecorrigeerd: in de frequentietabel door middel van standaardisatie, in de figuren en overige tabellen met multiële regressie en partiële correlatie.

6.3. Resultaten

6.3.1. *Dienstjaren, leeftijd en bloeddruk*

De gemiddelde leeftijd van de werknemers "zonder oorpathologie" en zonder lawaaiexpositie elders (n=238) was 35.9 jaar (s.d. 10.5, range 17-64 jaar), het aantal dienstjaren varieerde van 0-44 jaar (mediaan 8.0 jaar). De gemiddelde systolische en diastolische bloeddruk was 130.9 mm kwik (s.d. 15.9), resp. 80.5 mm kwik (s.d. 10.1).

De bloeddruk bleek over het geheel met de leeftijd toe te nemen, zij het dat de diastolische bloeddruk bij de hoogste leeftijdsgroep tussen die van beide andere groepen inlag (tabel 6.1), hetgeen mogelijk aan selectie te wijten is.

Tabel 6.1.

Bloeddruk per leeftijdsklasse bij werknemers zonder "andere oorpathologie" en lawaaiexpositie elders (n=238)

	< 45 jaar n = 181 m ± s.d.	45-54 jaar n = 44 m ± s.d.	55-64 jaar n = 13 m ± s.d.
systolische bloeddruk	129.3 ± 14.4	136.0 ± 17.3	136.9 ± 25.4
diastolische bloeddruk	78.5 ± 8.9	87.6 ± 10.2	83.5 ± 13.7

6.3.2. *Lawaai en bloeddruk*

De bloeddruk bleek te stijgen met het aantal dienstjaren dat in lawaai gewerkt werd (tabel 6.2). Bij werknemers die minstens twintig jaar in lawaai gewerkt hebben, is de systolische bloeddruk 16 mm en de diastolische bloeddruk 7 mm hoger dan bij hen die minder dan tien jaar in lawaai werkten, na correctie voor leeftijd.

Tabel 6.2.

Bloeddruk per klasse van dienstjaren van werknemers zonder "andere oorpathologie" en lawaaiexpositie elders, voor en na correctie voor leeftijd (n=238)

	0-9 jaar n = 136 m ± s.d.	10-19 jaar n = 79 m ± s.d.	≥ 20 jaar n = 23 m ± s.d.
systolische bloeddruk	128.5 ± 12.9	130.9 ± 16.4	144.8 ± 22.9
na correctie	128.0	131.8	144.5
diastolische bloeddruk	78.7 ± 9.1	80.9 ± 9.7	89.1 ± 12.5
na correctie	79.3	80.6	86.7

Het voor leeftijd gestandaardiseerde percentage werknemers met hypertensie nam toe van 9% bij hen die minder dan tien jaar in lawaai werkten tot 28% bij hen die meer dan twintig jaar in lawaai werkten. Hypertensie is hierbij gedefinieerd als een systolische bloeddruk ≥ 160 mm, een diastolische bloeddruk ≥ 95 mm, of beide (tabel 6.3). Hierbij moet echter worden opgemerkt dat onbekend is hoeveel personen met medicijnen of een zoutbeperkend dieet behandeld werden.

Tabel 6.3

Verband tussen het aantal dienstjaren en het voor leeftijd gestandaardiseerde percentage werknemers met hoge bloeddruk. Gegevens van werknemers zonder "andere oorpathologie" en lawaaiexpositie elders (n=238)

	0-9 jaar n = 136	10-19 jaar n = 79	≥ 20 jaar n = 23
percentage werknemers met hypertensie	9.1%	17.4%	28.0%

De correlatie werd berekend tussen aantal dienstjaren en systolische en diastolische bloeddruk, met en zonder correctie voor leeftijd en verschillen tussen bedrijven (tabel 6.4). Het verband werd zwakker na correctie voor leeftijd alleen; verschillen tussen bedrijven hadden geen invloed op de sterkte van de correlatie. Ook na de correctie bleek de bloeddruk echter te stijgen met het aantal jaren blootstelling aan lawaai.

Tabel 6.4

Correlatie tussen aantal dienstjaren en systolische en diastolische bloeddruk. Zonder en met correctie voor leeftijd en verschillen tussen bedrijven. Gegevens van werknemers zonder "andere oorpathologie" en lawaaiexpositie elders (n=238)

	systolische bloeddruk	diastolische bloeddruk
dienstjaren	.32 P < .05	.35 P < .05
dienstjaren met correctie voor leeftijd en bedrijf	.29 P < .05	.21 P < .05

P < .05 tweezijdig getoetst

Tussen gehoorverlies door lawaai en bloeddruk bestond een positief verband. Na correctie voor leeftijd en verschillen tussen bedrijven bleek dit verband bijna geheel door de leeftijd verklaard te kunnen worden, omdat met de leeftijd de expositieduur en het door lawaai veroorzaakte gehoorverlies toeneemt (tabel 6.5). Alleen tussen gehoorverlies van het linkeroor en systolische bloeddruk bleef een zwak verband bestaan.

Tabel 6.5

Correlatie tussen gehoorverlies door lawaai en bloeddruk gecorrigeerd voor leeftijd en bedrijf. Gehoorverlies als hoogste verlies op 3150, 4000 of 6300 Hz. Gegevens van werknemers zonder "andere oorpathologie" (n=297)

hoogste gehoorverlies op 3150, 4000 of 6300 Hz	systolische bloeddruk	diastolische bloeddruk
rechts	.07 n.s.	-.07 n.s.
links	.11 P < .05	.02 n.s.

P < .05, eenzijdig getoetst

6.4. Discussie

We beschikten helaas niet over een gemiddeld lawaainiveau (L_{Aeq}) voor elke arbeidsplaats. Omdat slechts weinig werknemers geheel vrij bleken van gehoorverlies door lawaai, mag worden aangenomen dat het lawaainiveau overal gemiddeld meer dan 80 dB(A) is geweest.

Overwogen is of een selectieve samenstelling van de populatie de resultaten zou kunnen verklaren. Voor factoren zoals non-respons, selectie door medische keuringen, ziekte en overlijden is dit onwaarschijnlijk; hierdoor zouden juist oudere werknemers en werknemers met een risicofactor als hoge bloeddruk uit de populatie verdwenen zijn (hetgeen de lagere gemiddelde diastolische bloeddruk bij de 55-64 jarigen kan verklaren; zie ook 9.4.5.1). Wanneer geen selectie had plaatsgevonden, zou hoogstwaarschijnlijk een sterkere bloeddrukstijging gevonden zijn bij toename van de blootstellingsduur.

Het is te verwachten dat werknemers die langer in lawaai werken, ouder zullen zijn dan werknemers die korter in lawaai werken. Daarom is bij de correlatie tussen dienstjaren en bloeddruk gecorrigeerd voor leeftijd. De mogelijkheid kan niet uitgesloten worden dat in één bedrijf ten gevolge van een bijkomende onbekende factor veel werknemers met een hoge bloeddruk én met een grote lawaai-blootstellingsduur werken, terwijl de andere bedrijven aan de lage kant

zitten. De correlatie tussen dienstjaren en bloeddruk zou dan een schijnverband zijn. Bij correctie bleek dit niet het geval te zijn.

Het relatief gewicht kan eveneens invloed hebben op de bloeddruk; met de leeftijd neemt in het algemeen ook het relatief gewicht toe. Door de leeftijdscorrectie is daarom waarschijnlijk ook enigszins voor relatief gewicht gecorrigeerd. Door het ontbreken van gegevens over lengte en gewicht is over een resterende invloed van het relatief gewicht niets te zeggen.

Een andere vraag is of andere arbeidsomstandigheden de bloeddrukverhoging veroorzaakt kunnen hebben. In diverse hoofdstukken (4, 7, 8 en 9) komt naar voren dat blootstelling aan lawaai frequent gepaard gaat met blootstelling aan andere belastende arbeidsomstandigheden. Door het ontbreken van gegevens over de andere arbeidsomstandigheden, is hierover geen uitspraak te doen.

Er kleven bezwaren aan het gebruik van gehoorverlies door lawaai als maat voor de lawaai-belasting. Individueel gehoorverlies is zeker geen goede maat voor de blootstelling aan lawaai in het verleden. Dit zou kunnen verklaren waarom wij evenals anderen (Takala, 1977; Drettner et al, 1975; Hedstrand et al, 1977; Cohen et al, 1980; Manninen en Aro, 1979), geen duidelijk verband vonden tussen gehoorverlies als maat voor de lawaai-belasting en de bloeddruk.

6.5. Conclusies

Het onderzoek geeft een aanwijzing dat langdurige blootstelling aan lawaai kan leiden tot verhoging van de bloeddruk. Voorzichtigheid is geboden bij de interpretatie aangezien de invloed van de overige arbeidsomstandigheden en van lichamelijke kenmerken zoals het relatief gewicht niet in het onderzoek konden worden betrokken.

7 VERKENNEND ONDERZOEK IN DE INDUSTRIE*

7.1. Inleiding

Een verkennend veldonderzoek werd opgezet met een meer uitgebreid onderzoeksinstrumentarium, om tegemoet te komen aan enkele beperkingen genoemd bij het vorige onderzoek.

Een zgn. London School of Hygiene (LSH)-bloeddrukmeter werd gebruikt om observer-bias te voorkomen. Door meting van lengte en gewicht werd het mogelijk om rekening te houden met de invloed van het relatieve gewicht op de bloeddruk.

Een uitgebreide vragenlijst werd ontwikkeld om een aantal aspecten nader te kunnen onderzoeken, zoals de lawaai-blootstelling in het verleden, gebruik van gehoorbescherming en de invloed van lichaamsbeweging en van andere arbeidsomstandigheden dan lawaai. Vragen werden opgenomen om diverse aspecten van lawaaihinder te kunnen onderzoeken, waarover nog maar weinig bekend was. Vragen naar gebruik van alcohol, tabak en diverse medicijnen, konden dienen ter bestudering van eventuele stressverschijnselen door lawaai.

De mogelijkheid deed zich voor om dit verkennend onderzoek te verrichten aansluitend aan een audiometrie-campagne bij een groot metaalbedrijf. Het verrichten van lawaaimetingen op de arbeidsplaats bleek echter om praktische redenen onmogelijk.

*) bewerkt naar: J. Verbeek, F. van Dijk, F. de Vries. Effecten van lawaai en andere arbeidsfactoren op de gezondheid. Verkennend onderzoek bij een metaalindustrie. Coronel Laboratorium, Amsterdam, 1980b. Rapport.

7.2. Materiaal en methoden

Door de BGD van een bedrijf uit de metaalindustrie werd periodiek audiometrisch onderzoek verricht bij werknemers werkzaam bij een lawaainiveau van 85 dB(A) of meer. Gedurende twee weken werd het onderzoek voor wat betreft de mannelijke werknemers aangevuld met een meting van de bloeddruk en een vragenlijst. Het onderzoek begon met een otologische anamnese en audiometrisch onderzoek m.b.v. een gecalibreerde Peekel D 77 continue audiometer, gevolgd door het invullen van een vragenlijst en het meten van bloeddruk, lengte en gewicht.

In de vragenlijst (zie het oorspronkelijke rapport) werden vragen gesteld naar persoonsgegevens, naar de afdeling waar men werkte en naar hindergevoelens van lawaai en van andere arbeidsomstandigheden. Gevraagd werd het aantal jaren waarin een groot deel van de dag gewerkt is "in lawaai waarbij je hard moet praten of schreeuwen op korte afstand om elkaar te kunnen verstaan", aan te geven met kruisjes op een getekende figuur met jaartallen (zie hieronder). Deze vraag was bedoeld om als maatstaf te dienen voor de duur van de blootstelling aan lawaai boven 80 dB(A) (L_{Aeq}). Tot slot werden vragen gesteld naar verhoogde bloeddruk in het verleden, medicijngebruik, artsbezoek i.v.m. nervositeit en alcohol- en sigarettengebruik.

Huidig en vroeger lawaai

Om te kunnen schatten hoeveel lawaai u vroeger (66k bij andere bedrijven) heeft gehad op uw werk willen wij u vragen om de vakjes hieronder in te vullen. Wilt u alle vakjes aankruisen van de jaren waarin u een groot deel van de dag werkte in lawaai waarbij je hard moet praten of schreeuwen op korte afstand om elkaar te kunnen verstaan. N.B.: het gaat niet om het precieze jaartal, maar om een zo goed mogelijke schatting.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

kruisjes invullen.

Voor de analyse van het gehoorverlies door lawaai werden werknemers met andere oorpathologie (t.g.v. oorziekten, ongevallen, explosies e.d.) buiten beschouwing gelaten ($n=19$). Na correctie voor presbycusis volgens Spoor (1972) werden de werknemers ingedeeld naar het grootste gehoorverlies op 3, 4 of 6 kHz op het linker- óf rechteroor. De helft (49%) van de werknemers bleek een matig gehoorverlies door lawaai te hebben (> 15 dB, ≤ 40 dB), 11% had veel gehoorverlies door lawaai (> 40 dB).

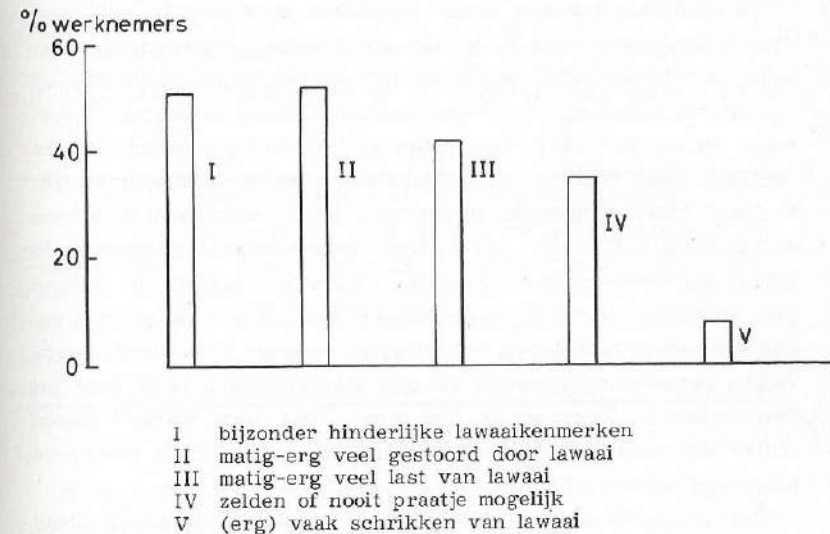
De gemiddelde systolische bloeddruk was 126.2 mm, de gemiddelde diastolische bloeddruk 77.6 mm kwik ($n=159$). Slechts tien werknemers hadden een bloeddruk hoger dan of gelijk aan 160 mm systolisch en/of 95 mm diastolisch.

7.3.2. Bloeddruk en lawaai

Omdat de vraag naar de lawaai blootstelling niet valide is gebleken, zijn in dit onderzoek gevonden relaties tussen lawaai en gezondheidskenmerken niet te beoordelen. Wel is de relatie te beoordelen tussen de gemeten bloeddruk en het gehoorverlies door lawaai. Hiertoe werd de bloeddruk van alle werknemers d.m.v. een multiële regressieverlijking voor de invloed van leeftijd en relatief gewicht gecorrigeerd. De gecorrigeerde systolische en diastolische bloeddruk bleek geen verband te hebben met gehoorverlies door lawaai ($r=.01$ resp. $r=.06$, $P > .05$, $n=133$).

7.3.3. Hinder van lawaai

Ongeveer de helft van de werknemers werd gehinderd door lawaai op het werk. "Gestoord worden" door lawaai kwam wat vaker voor dan "last hebben" van lawaai (figuur 7.1). De precieze formulering van de vraag blijkt van belang. Eenderde van de werknemers had moeite met het maken van een praatje. Slechts weinig werknemers schrokken van lawaai.



Figuur 7.1. Percentage werknemers met hinder van lawaai op diverse aspecten ($n=159$)

Driekwart van de werknemers beoordeelde het lawaainiveau als (tamelijk) hoog. Het moment van de dag waarop het lawaai werd geproduceerd, maakte voor 82% geen verschil wat betreft de hinder. Hinder van lawaai bleek voor 46% erger indien het lawaai van elders kwam, voor 17% indien het van het eigen werk kwam, 5% vond lawaai tijdens de pauze het ergst, voor 32% maakte het geen verschil uit. Van de werknemers die muziek op het werk hadden (52% van de werknemers), vond 75% dit aangenaam, voor 17% maakte het geen verschil uit en 8% vond het hinderlijk.

Het door de werknemers zelf geschatte lawaainiveau bleek positief te correleren met last van lawaai ($r=.45$, $P < .05$), moeite met het maken van een praatje ($r=.36$), gestoord worden door lawaai ($r=.47$) en bijzonder hinderlijke lawaai kenmerken ($r=.23$). Met schrikken bestond geen verband.

Ter reductie van het aantal variabelen werd een *lawaaihinder-index** samengesteld uit de in figuur 7.1 weergegeven lawaaihinder-aspecten. Tussen deze index en de gecorrigeerde systolische en diastolische bloeddruk bleek een positief verband te bestaan ($r=.17$ resp. $r=.20$, $P < .05$). Het gebruik van hoofdpijnmiddelen kwam eveneens meer voor bij werknemers met meer lawaaihinder ($r=.18$, $P < .05$). Jonge werknemers bleken meer hinder van lawaai te hebben dan ouderen ($r=.19$, $P < .05$), terwijl geen verband gevonden werd tussen gehoorverlies door lawaai en hinder van lawaai. Er bestond geen significant verband tussen lawaaihinder (index) en gebruik van alcohol, andere medicijnen, artsbezoek vanwege nervositeit, ongevallen, verandering van werk om gezondheidsredenen of de mate van gespannenheid. Werknemers met meer "last van lawaai" bleken echter significant meer sigaretten te roken en minder plezier te hebben in het werk ($r=.18$, resp. $r=-.19$, $P < .05$).

Het gevonden verband tussen lawaaihinder en bloeddruk bleek bij nader onderzoek met name afkomstig van werknemers in *ploegendienst*. Tussen bloeddruk en hinder van een aantal andere arbeidsomstandigheden bestonden eveneens, vrijwel uitsluitend bij werknemers in ploegendienst, positieve verbanden (tabel 7.1).

*) De lawaaihinderindex is opgesteld als een additieve score; voor elk van de volgende antwoorden werd één punt geteld: matig tot erg veel lawaai; matig tot erg veel gestoord door lawaai; vaak of erg vaak schrikken van lawaai; zelden of nooit een praatje kunnen maken en aangeven van een bijzonder hinderlijke eigenschap van lawaai.

Tabel 7.1

Correlatie-coëfficiënten tussen hinder van lawaai, trillingen, koude en tocht en de gecorrigeerde systolische en diastolische bloeddruk, bij werknemers in ploegendienst en dagdienst. Significantieniveau $P < .05$.

	ploegendienst n = 55		dagdienst n = 78	
	syst.blldr.	diast.blldr.	syst.blldr.	diast.blldr.
lawaaihinder-index	.30	.28	.01 (n.s.)	.06 (n.s.)
trillingen	.42	.24	.20	.02 (n.s.)
koude	.25	.36	.01 (n.s.)	-.07 (n.s.)
tocht	.31	.29	.14 (n.s.)	.03 (n.s.)

Tussen de 16 verschillende arbeidsomstandigheden onderling bleken veel verbanden te bestaan. Hinder van lawaai was met name gerelateerd aan hinder van tocht, trillingen, warmte, koude, stof, rook en zwaar werk ($r=.25$, $P < .05$). Werknemers met last van lawaai bleken gemiddeld hinder te hebben van 6.1 andere arbeidsomstandigheden (maximum is 15).

Hoe meer men zich gespannen voelde, hoe meer hinder er was van koude, tocht, rook, trillingen en werktempo ($r=.16$, $P < .05$). Minder plezier in het werk bleek samen te hangen met hinder van koude, tocht, rook en lawaai ($r=.15$, $P < .05$). Tussen plezier in het werk en geconcentreerd bezig zijn bestond juist een positief verband ($r=.16$, $P < .05$).

7.4. Discussie

In de onderzoeksopzet bleken enkele beperkingen aanwezig. De onderzochte groep werknemers, bedoeld als willekeurige steekproef bleek selectief samengesteld uit werknemers van met name één bepaalde afdeling. De gemiddelde leeftijd was laag en er leek een selectie opgetreden te zijn naar gezonde werknemers.

In de onderzoeksopzet was ervan uitgegaan, dat lawaainiveaumetingen, gezien de lokale omstandigheden, niet mogelijk waren. De vraag uit de vragenlijst waarmee de lawaai blootstelling diende te

worden benaderd, bleek later niet valide (zie 8.3.6.2). Hierdoor konden geen verbanden onderzocht worden tussen lawaai-blootstelling en gezondheidskenmerken. Uit dit onderzoek kwam zodoende naar voren dat objectieve metingen van het lawaainiveau absoluut noodzakelijk zijn voor de definitieve onderzoeksopzet.

Gehoorverlies door lawaai en de voor leeftijd en relatief gewicht gecorrigeerde systolische en diastolische bloeddruk bleken geen verband met elkaar te hebben. In dit onderzoek is het gehoorverlies door lawaai per individu gehanteerd als analyse-eenheid, in navolging van diverse buitenlandse onderzoeken. Het gehoorverlies is dan echter geen maat voor de lawaai-blootstelling in het verleden door het grote interindividuele verschil in gevoeligheid voor lawaaidoofheid. Hierdoor kan geen uitspraak worden gedaan over de relatie tussen lawaai-blootstelling en de bloeddruk.

Tussen de gecorrigeerde bloeddruk en de mate van lawaaihinder bleek alleen een positief verband bij werknemers in ploegdienst. Het is niet eenvoudig te verklaren waarom dit verband juist bij werknemers in ploegdienst werd gevonden. Gedacht moet worden aan de mogelijkheid van meervoudige belasting op de arbeidsplaats: werken in ploegdienst als conditionele factor voor effecten van (hinder van) lawaai. Het geringe aantal werknemers in ploegdienst in dit onderzoek ($n = 55$), laat echter geen definitieve conclusie toe.

Het gevonden verband tussen hinder van lawaai en de bloeddruk kan overigens op verschillende manieren geïnterpreteerd worden. Het is mogelijk dat de mate van hinder nauw samenhangt met het objectieve lawaainiveau; in dat geval zou een samenhang bestaan tussen het lawaainiveau en de bloeddruk. Uit later verricht onderzoek (hoofdstuk 8 en 9) blijkt een nauwe samenhang tussen lawaainiveau en ondervonden hinder echter niet aanwezig. Een tweede mogelijkheid is dat hindergevoelens een bloeddrukverhoging veroorzaken, met hindergevoelens als noodzakelijke interveniërende factor tussen lawaai en bloeddruk. Een derde mogelijkheid is dat de persoonskenmerken of situatieve factoren samenhangen met de hinder én met de bloeddruk, waardoor een samenhang ontstaat tussen hinder van lawaai en de bloeddruk, in zekere zin onafhankelijk van het lawaainiveau. De gevonden samenhang tussen de mate van ge-

spannenheid en hinder van zeer verschillende arbeidsomstandigheden suggereert bijv. de mogelijkheid dat gespannen werknemers eerder hinder ondervonden van bepaalde arbeidsomstandigheden dan anderen. Een wisselwerking tussen de diverse genoemde mogelijkheden waarbij wellicht zelfs een escalatie kan ontstaan, is zeker niet uit te sluiten (zie ook hoofdstuk 9). Een vergelijkbare complexe verhouding bestaat vermoedelijk tussen hinder van arbeidsomstandigheden enerzijds en plezier in het werk én gebruik van medicijnen en sigaretten anderzijds. Verschillende onderzoeksconclusies dienen in deze zin gerelativeerd te worden.

Tussen de verschillende arbeidsomstandigheden bestonden veel verbanden. Het lijkt van belang om bij onderzoek naar extra-auditive effecten van lawaai, ook de invloed van andere belastende arbeidsomstandigheden te betrekken. In het oorspronkelijke rapport is weergegeven hoe door opsplitsing van de werknemers in groepen met een ongeveer gelijke arbeidsbelasting getracht is verbanden tussen arbeid en gezondheid te onderzoeken. Zo bleken de werknemers in ploegdienst een gemiddeld lagere gecorrigeerde bloeddruk te hebben dan werknemers die niet in ploegdienst werkten, vermoedelijk t.g.v. een selectie-effect. Het resultaat van de analyse was slechts van betrekkelijke waarde, met name omdat de groepsgrootte na diverse opsplitsingen te gering werd.

7.5. Conclusies

Meer dan de helft van de onderzochte werknemers had een gehoorverlies door lawaai. Het verband tussen lawaai-blootstelling en bloeddruk kon niet onderzocht worden door gebruik van een later niet valide bevonden vraag. Er werd geen verband gevonden tussen gehoorverlies door lawaai en de voor leeftijd en relatief gewicht gecorrigeerde bloeddruk, hetgeen overigens een verband tussen lawaai-blootstelling en bloeddruk niet uitsluit.

De helft van de werknemers werd gestoord door lawaai op het werk. Eénderde had moeite met het maken van een praatje op het werk. De helft van de werknemers vond het lawaai door anderen veroorzaakt het meest hinderlijk. Hinder van lawaai bleek samen te hangen met hinder van diverse andere arbeidsomstandigheden. La-

waaidoofheid had geen invloed op de lawaaihinder, de leeftijd wel: jongeren hadden meer hinder dan ouderen. Lawaaihinder hing voorts samen met minder plezier in het werk, een groter gebruik van hoofdpijnmiddelen en sigaretten, en bij werknemers in ploegen-dienst met een hogere gecorrigeerde bloeddruk. Het ontbreken van meetgegevens van de blootstelling aan lawaai maakte een nadere kwantitatieve uitwerking naar lawaainiveau onmogelijk.

8 ONDERZOEK BIJ EEN SCHEEPSREPARATIEWERF*

8.1. Inleiding

De vraagstelling bij dit onderzoek was of werknemers van twee afdelingen met een groot verschil in *lawaainiveau* verschilden in eventuele extra-auditieve effecten van lawaai. Met invloeden van andere arbeidsomstandigheden diende - voorzover mogelijk - rekening gehouden te worden. Aard en omvang van lawaaihinder dienden in beide afdelingen in kaart gebracht te worden, evenals verbanden tussen lawaaihinder en gezondheidskenmerken. Verbanden tussen de *lawaai-blootstellingsduur* en eventuele extra-auditieve effecten dienden eveneens onderzocht te worden.

De twee afdelingen dienden in arbeid en arbeidsomstandigheden niet veel van elkaar te verschillen, behalve in lawaainiveau. De sociaal-economische achtergrond van de werknemers moest eveneens vergelijkbaar zijn. Twee afdelingen van een scheepsreparatiewerf leken aan de voorwaarden te voldoen. Het lawaainiveau verschilde aanzienlijk, beide afdelingen waren van een redelijke omvang en op beide afdelingen werd voornamelijk geschoolde metaalarbeid verricht.

Het was oorspronkelijk de bedoeling dat naar een groot aantal arbeidsomstandigheden gevraagd zou worden om de verschillen te onderzoeken tussen beide afdelingen. Dit bleek echter ongewenst, omdat kort tevoren een uitgebreid onderzoek op de werf was gehouden door het NIPG-TNO. Daarom is besloten om medewerking te

*) bewerkt naar: F. van Dijk, J. Verbeek, F. de Vries. Effecten van lawaai op de gezondheid. Onderzoek bij een scheepsreparatiewerf. Coronel Laboratorium, Amsterdam, 1980; Rapport.

en naar: F. van Dijk, C.R. de Winter, F. de Vries. Verschillen tussen twee afdelingen op een scheeps-werf. Coronel Laboratorium (i.s.m. NIPG-TNO), Amsterdam, 1980; Rapport.

vragen van het NIPG-TNO voor het verrichten van een *secundaire analyse* op de reeds verzamelde gegevens. Het leek daarnaast tevens van belang om de twee onderzoeken op overeenkomstige punten te vergelijken om te analyseren of beide onderzoeken dezelfde resultaten opleverden, ter toetsing van de betrouwbaarheid van de meetresultaten.

Nadruk werd gelegd op volledige deelname van de werknemers aan het onderzoek, om selectie voorzover mogelijk te vermijden. De onderzoeksopzet zoals gehanteerd bij het verkennend veldonderzoek (hoofdstuk 7), werd met enkele verbeteringen overgenomen. Zo werd uitvoerig gevraagd naar de arbeidsduur op de verschillende afdelingen van de werf om de lawaai-blootstelling in het verleden nauwkeuriger te kunnen schatten. Het lawaainiveau van de afdelingen diende gemeten te worden om als objectief uitgangspunt te dienen voor het onderzoek (zie 7.4).

8.2. Materiaal en methoden

Het onderzoek vond plaats bij mannelijke werknemers werkzaam in twee productie-afdelingen: de "scheepsmakerij" en de "bankwerkerij". Tot de onderzoekspopulatie behoorden alle werknemers die op het moment van onderzoek op beide afdelingen werkzaam waren. Uitgesloten waren werknemers die ontslagen waren na langdurige arbeidsongeschiktheid en werknemers die met (vervroegd) pensioen waren.

De uitvoering van het onderzoek vond plaats door bedrijfsverpleegkundigen op de medische dienst. Het onderzoek begon met invullen van een vragenlijst, gevolgd door een otologische anamnese, meting van bloeddruk, lengte en gewicht en het maken van een audiogram. Hierbij werden om en om werknemers uit beide twee afdelingen onderzocht. In dezelfde periode is het lawaainiveau gemeten.

De vragenlijst uit het verkennend onderzoek (hoofdstuk 7) werd gebruikt met weglating van vragen naar andere arbeidsomstandigheden dan lawaai. Toegevoegd werden vragen naar de arbeidsduur op verschillende afdelingen van de werf. De bloeddruk is gemeten met

een London School of Hygiene (LSH) bloeddrukmeter zoals beschreven in 7.2. De bloeddruk werd eenmaal gemeten aan de rechter arm van de zittende werknemers, na tien minuten zitten. De lichaamslengte werd op de gebruikelijke wijze gemeten in cm, met een meetlat; het gewicht is gemeten in kg, op één veerweegschaal. Uit lengte en gewicht is het relatieve gewicht volgens Quételet (G/L^2) bepaald. Gehoortesten zijn gemaakt met behulp van een Peekel D 77 continue audiometer in een geluidsisolerende cabine. De werknemers waren 15 tot 20 minuten uit het lawaai van de arbeidsplaats. Van beide oren is het gehoorverlies (luchtgeleiding) bepaald voor de frequenties .5, 1, 2, 3, 4, 6 en 8 kHz, op 5 dB nauwkeurig. Bij de otologische anamnese is gevraagd naar oorpathologie of oortrauma's in het verleden en naar een vorige werkkring met veel lawaai.

Met behulp van een gecalibreerde CEL-175 geluidsmeter (voldoet aan IEC-179) zijn een beperkt aantal lawaainiveaumetingen (areaalmetingen) verricht van machines en bewerkingen. Bij een representatieve steekproef is het lawaainiveau gemeten met gecalibreerde persoonlijke lawaaidosimeters, type Genrad 1954 (voldoen aan ANSI S1.4-1971). Deze werden in de borstzak van de overall gedragen, met de microfoon bovenop de dosimeter.

In het onderzoek naar het functioneren van de werknemers verricht door het NIPG-TNO in 1978, werd gebruik gemaakt van de Vragenlijst Persoonlijk Functioneren in de Arbeidssituatie (VPFA-vragenlijst). In deze vragenlijst wordt met name ingegaan op de manier waarop gezondheid, werk en werksituatie ervaren worden. Een uitgebreide weergave van de uitgangspunten en het ontwerp van dit onderzoek is te vinden in het rapport "Functioneren in de arbeidssituatie" (Dijkstra et al, 1981).

De toetsen in dit hoofdstuk zijn eenzijdig uitgevoerd bij $\alpha = .05$, tenzij anders aangegeven.

8.3. Resultaten

8.3.1. Respons

Op beide afdelingen samen werkten in totaal 278 werknemers. De non-respons bedroeg 6% van de te onderzoeken populatie: 8 werknemers waren langdurig ziek, 1 werknemer weigerde en 8 werknemers

waren niet gekomen zonder opgaaf van redenen. De langdurig zieken uit de bankwerkerij waren gemiddeld 60,0 jaar ($n=3$), uit de scheepsmakerij gemiddeld 56,4 jaar ($n=5$). Vier werknemers werden uitgesloten van verdere bewerking in verband met onvolledige invulling van de vragenlijst, buitenlandse nationaliteit of ernstig nierlijden. Aan het onderzoek werd zodoende deelgenomen door 257 werknemers.

8.3.2. Lawaaimetingen

Door de bedrijfsgeneeskundige dienst waren lawaaimetingen (areaalmetingen) verricht met behulp van Brüel en Kjaer meetapparatuur type 2204 en 2219. Met een CEL-175 is een beperkt aantal metingen gedaan. Er is met name aandacht geschonken aan arbeidssituaties met relatief veel lawaai. De meetresultaten (tabel 8.1) worden dan ook uitsluitend weergegeven ter illustratie. De persoonlijke lawaai-dosismetingen zijn daarentegen gebruikt als maat voor het lawaainiveau (L_{Aeq}) waaraan de werknemers blootgesteld waren.

Tabel 8.1

Overzicht van een aantal lawaainiveaumetingen (areaalmetingen)

scheepsmakerij	
90 - 99 dB(A)	meting achter de grote pers; lucht-aangedreven boor; afslijpen ijzeren stang
100 - 109 dB(A)	metingen op lasvloeren, vóór de grote pers, centraal in de hal en in de ketelmakerij; snijbrandermachine; meting aan boord onder een plaats waar verf gestoken wordt en op 10 m afstand van verf steken; knipschaar
110 - 119 dB(A)	slijpen van staal; hakken aan dek; meting onder de hakplaats; hakken en bikken aan boord; slijpen; hameren; stansen
≥ 120 dB(A)	pneumatisch hakken op grote plaat; hakken en verf steken aan boord
bankwerkerij	
80 - 89 dB(A)	sneldraaifrees op 5 en 10 m afstand; revolverdraaibank op 10 m afstand
90 - 99 dB(A)	pieptoon bij draaibank
100 - 109 dB(A)	sneldraaifrees en revolverdraaibank (beide 100-102 dB(A)) op bedieningsplaats

Bij een steekproef uit beide afdelingen zijn persoonlijke lawaai-dosismetingen uitgevoerd met GenRad 1954 dosimeters. Tabel 8.2 geeft het mediane lawaainiveau in beide afdelingen en in de verschillende onderafdelingen en beroepsgroepen. Het mediane lawaainiveau van beide afdelingen werd berekend, rekening houdend met de relatieve grootte van de verschillende onderafdelingen en beroepen binnen de afdelingen (zie 8.3.3). Omdat elke werknemer de dosimeter gedurende twee dagen meekreeg, was het aantal meetdagen twee zo groot als het aantal personen.

De mediane L_{Aeq} -waarde voor de scheepsmakerij was 98,0 dB(A), met als spreiding 91-111.

De mediane L_{Aeq} -waarde voor de bankwerkerij was 85,5 dB(A), met als spreiding 82-91.

Het verschil in mediaan lawaainiveau tussen beide afdelingen bedroeg dus 12,5 dB(A)

Tabel 8.2

Spreiding en mediaan lawaainiveau in scheepsmakerij en bankwerkerij en in de verschillende onderafdelingen en beroepen

	spreiding van L_{Aeq} -waarden	mediane L_{Aeq} -waarden	aantal meet-dagen	aantal werknemers
<u>scheepsmakerij:</u>	91-111 dB(A)	98,0 dB(A)		
scheepsmakers	91-111 dB(A)	98,5 dB(A)	16	8
lassers/branders	91-109 dB(A)	95,5 dB(A)	8	4
ketelmakers	92-109 dB(A)	95,0 dB(A)	6	3
<u>bankwerkerij:</u>	82- 91 dB(A)	85,5 dB(A)		
(de)montage-afdeling	82- 91 dB(A)	83,5 dB(A)	8	4
machinale bankwerkerij	85- 89 dB(A)	87,0 dB(A)	10	5
appendage werkplaats	85- 88 dB(A)	87,5 dB(A)	6	3

Na afloop van elke meetdag is de werknemers gevraagd of de afgelopen dag sprake was van veel, normaal of weinig lawaai voor de betrokken arbeidsplaats. Bij de scheepsmakerij werd 8 maal "relatief weinig" geantwoord, 9 maal "normaal" en 7 maal "relatief veel". In de bankwerkerij werd 3 maal "relatief weinig", 10 maal "normaal" en 3 maal "relatief veel" geantwoord. De meetdagen geven dus - gemiddeld genomen - het normale lawaainiveau in de afdelingen weer. Aan de werknemers van de scheepsmakerij is na afloop van de meetdag gevraagd of die dag aan boord van een schip gewerkt is. Van de meetdagen waren er 10 aan boord, 11 op de werkplaats en 3 op beide plaatsen doorgebracht. Naar verluidt zou gemiddeld de helft tot tweederde van de werknemers van de scheepsmakerij aan boord van een schip werken. De steekproef lijkt ook in dit opzicht representatief. Er is ook gevraagd naar de werkzaamheden van de afgelopen meetdag. De aard van de werkzaamheden, behorend bij de diverse lawaainiveaus, bevestigde in grote lijnen wat daarover reeds bekend was uit de areaalmetingen.

Omdat wel gezegd wordt dat het beter is om alle werknemers meerdere dagen een dosimeter mee te geven om speeffecten van de eerste dag eruit te halen (extra veel lawaai toedienen), is een vergelijking gemaakt tussen de eerste en de tweede meetdag per werknemer. Er werd even vaak een lagere als een hogere uitslag gevonden op de tweede meetdag. Het is dus niet waarschijnlijk dat met de dosimeters gespeeld is.

8.3.3. Vragenlijst

De leeftijdsverdeling van beide afdelingen gezamenlijk en apart staat in tabel 8.3. Bankwerkerij en scheepsmakerij hadden een vergelijkbare leeftijdsopbouw.

Tabel 8.3

Leeftijdsverdeling van de werknemers van bankwerkerij en scheepsmakerij gezamenlijk en apart

leeftijd	totaal n=257	bankwerkerij n=95	scheepsmakerij n=162
18-29	37%	36%	38%
30-39	24%	30%	20%
40-49	17%	14%	18%
50-59	17%	14%	18%
60-63	5%	6%	5%
gemiddelde:	37.3	36.8	37.6
s.d.:	12.47	12.21	12.65

Van de werknemers uit de scheepsmakerij bleek 44% werkzaam als "scheepsmaker", 21% als lasser of brander, 13% als ketelmaker of ketelplaatwerker en 22% had diverse andere werkzaamheden. Van de werknemers uit de bankwerkerij bleek 48% werkzaam op een (de)montageafdeling, eenderde op de machinale bankwerkerij en 13% op de appendage-afdeling (waar afsluiters e.d. gereviseerd worden) of op de slijperij. Van 5% was de arbeidsplaats niet opgegeven.

Driekwart van de werknemers had niet meer hinder van lawaai tijdens een bepaald gedeelte van de dag. Lawaai dat niet van het eigen werk kwam, werd door 72% van de werknemers als het meest hinderlijk ervaren. Van de werknemers werd 75% in het werk gestoord door geluiden of lawaai, 60% had last van lawaai, 31% kon zelden of nooit gemakkelijk een praatje maken tijdens het werk, 12% schrok vaak van onverwachte geluiden en 57% had last van bepaalde hinderlijke geluiden. Uit de vijf voorgaande vragen is een *lawaai-hinderindex* geconstrueerd (zie Bijlage 3). Muziek op het werk was bij 68% van de werknemers aanwezig, en werd door 57% van hen als aangenaam en door 15% als hinderlijk ervaren. Opvallend was het hoge percentage werknemers (47%) dat last had van vliegtuiglawaai, t.g.v. een nabij gelegen vliegveld.

Op de vraag of er vroeger weleens hoge bloeddruk was geconstateerd, antwoordde 17% bevestigend (in het COPIH-onderzoek, Jonkers et al, 1977; (mannen van 35-64 jaar) antwoordde 15% bevestigend). Slechts 3% gaf echter op dat medicijnen tegen hoge bloeddruk gebruikt werden, slechts 1% dat een dieet gehouden werd. Middelen tegen hoofdpijn werden door 50% van de onderzochte werknemers weleens gebruikt, kalmerende middelen door 20%, maagtabletten door 18% en slaapmiddelen door 6%. Van het gebruik van diverse medicijnen is een *medicijngebruikindex* gemaakt (zie Bijlage 3). Artsenbezoek wegens nervositeit werd door 16% van de onderzochte werknemers opgegeven.

8.3.4. *Bloeddruk, relatief gewicht, audiometrie*

Het gemiddelde relatieve gewicht (Quételet) bedroeg 24.5 (s.d. 2.59).

De gemiddelde systolische bloeddruk van de onderzochte werknemers was 124.6 mm kwik (s.d. 14.51, spreiding 90-170 mm kwik), de gemiddelde diastolische bloeddruk was 70.1 mm kwik (s.d. 10.73, spreiding 41-109 mm kwik).

De gemiddelde bloeddruk zoals gemeten in dit onderzoek, was op beide afdelingen opmerkelijk laag. Een van de veronderstellingen was dat de gebruikte LSH-bloeddrukmeter hier debet aan was. De gemiddelde bloeddruk gemeten met de LSH-bloeddrukmeter, zou echter gelijk zijn aan die gemeten met de conventionele bloeddrukmeter (Rose et al, 1964). Holland en Humerfelt (1964) vonden daarentegen lagere meetresultaten met de LSH-meter vergeleken met intra-arteriële metingen, m.n. systolisch. Een recente publicatie van Fitzgerald et al (1982) wijst op lagere meetresultaten voor de LSH-bloeddrukmeter vergeleken met de random zero bloeddrukmeter (een kwikkolom-bloeddrukmeter met een variabel nulpunt). De LSH-bloeddrukmeter gaf systolisch gemiddeld 7.1 mm kwik en diastolisch gemiddeld 3.6 mm kwik lager aan. De belangrijkste oorzaak zou het ontbreken van het zicht op de kwikkolommen zijn bij de LSH-meter. Elke onderzoeker heeft immers tijd nodig om te beslissen of vaattonen gehoord worden of verdwenen zijn. Met de kwikkolom voor ogen wordt de vertraagde reactie verdisconteerd door de onderzoeker, door een wat hogere "aflezing". Bij de LSH-meter is dit niet mogelijk, waardoor de meetwaarden wat lager zijn. In het EPOZ-onderzoek (Valkenburg et al, 1980) werd de

bevolking van twee stadswijken onderzocht met de random zero bloeddrukmeter. De mannelijke bevolking, ouder dan 20 en jonger dan 45 jaar, had een gemiddelde systolische bloeddruk van ± 130 mm kwik. Vanaf ongeveer 45 jaar steeg de bloeddruk tot gemiddeld 143 mm kwik bij 57.5 jaar. De diastolische bloeddruk was gemiddeld 70 mm bij 20-jarigen en steeg geleidelijk tot gemiddeld 78 mm bij 40-jarigen en 84 mm bij 57.5 jarigen. De wat hogere waarden in het EPOZ-onderzoek, vergeleken met het hier besproken onderzoek, zijn deels waarschijnlijk verklaarbaar uit het verschil tussen beide bloeddrukmeters, deels uit de vermoedelijk opgetreden selectie bij de werknemers op de scheepswerf (healthy worker effect). Omdat de eventuele meetfout in dit onderzoek systematisch is, is geen invloed op de onderzoeksresultaten te verwachten.

Met behulp van multiële regressie is vervolgens een correctie aangebracht voor relatief gewicht en leeftijd, op basis van gegevens van de werknemers in de bankwerkerij (de minst lawaaiige afdeling), omdat anders wellicht te veel voor lawaai-invloeden op de bloeddruk (één van de te onderzoeken verbanden) gecorrigeerd zou worden. De aldus gevonden regressiegewichten werden vervolgens op de gehele populatie toegepast.

De mate van gehoorverlies door lawaai is bij elke werknemer vastgesteld als het grootste gehoorverlies over 3, 4 of 6 kHz voor het linker of rechter oor, na correctie voor presbycusis volgens Spoor (1972). Werknemers met oorpathologie op grond van ziekten, explosies of andere traumata, in de tekst aangeduid als "andere oorpathologie" (dan lawaai), werden van de bewerking uitgesloten (5% van de werknemers). In de tekst wordt dan ook verder gesproken van "gehoorverlies door lawaai". In tabel 8.4 staat een overzicht van de meetresultaten, met als voornaamste conclusie:

Tweederde van de werknemers had een matig tot ernstig gehoorverlies door lawaai

Tabel 8.4.

Percentage werknemers met gehoorverlies door lawaai (n=243)

gehoorverlies door lawaai	% werknemers
geen < 15 dB	36
matig > 15 dB < 40 dB	36
veel > 40 dB < 65 dB	25
erg veel > 65 dB	4

8.3.5. Effecten van lawaainiveau

8.3.5.1. Bankwerkerij en scheepsmakerij

Effecten van het lawaainiveau werden op de eerste plaats onderzocht door de gezondheidstoestand te vergelijken van de werknemers uit beide afdelingen. Voor mogelijke effecten op langere termijn zoals de bloeddruk en lawaaidoofheid, is het belangrijk om bij een verschil in lawaainiveau uit te gaan van een gelijk aantal blootstellingsjaren. Wanneer de scheepsmakerij met de bankwerkerij wordt vergeleken, is aan deze voorwaarde voldaan (tabel 8.5). Een mogelijk storende invloed van de leeftijd is afwezig, omdat de leeftijdsopbouw in beide afdelingen goed vergelijkbaar is (tabel 8.3). Het gebruik van gehoorbescherming kan echter wél verstorend gewerkt hebben. Van de bankwerkers gebruikte slechts 14% altijd of meestal gehoorbescherming, van de scheepsmakers 74% (!).

Tabel 8.5

Frequentieverdeling van de werknemers van bankwerkerij en scheepsmakerij m.b.t. het aantal arbeidsjaren op de afdeling

aantal arbeidsjaren	bankwerkerij n=95	scheepsmakerij n=162
1 - 9	32%	35%
10 - 19	36%	27%
20 - 29	16%	23%
≥ 30	17%	15%

Er bestond geen verschil in gemiddelde bloeddruk (ook niet na correctie voor leeftijd en relatief gewicht) tussen de bankwerkerij en de scheepsmakerij (tabel 8.6).

Tabel 8.6

Gemiddelde ongecorrigeerde resp. voor leeftijd en relatief gewicht gecorrigeerde bloeddruk van bankwerkerij en scheepsmakerij

gemiddelde	bankwerkerij n=95	scheepsmakerij n=162
diast. bloeddruk	70.2	70.0
syst. bloeddruk	124.6	124.6
gecorr.diast.bladdr.	70.7	69.9
gecorr.syst. bladdr.	124.8	124.5

T-test: niet significant ($P > .05$)

Op de vraag naar geconstateerde hoge bloeddruk in het verleden, werd eveneens geen verschil gevonden tussen beide afdelingen. Uit beide afdelingen antwoordde 17% van de werknemers positief op deze vraag. Het percentage werknemers dat medicijnen tegen hoge bloeddruk gebruikte of er een dieet voor moest houden, verschilde niet significant tussen beide afdelingen, resp. 3% en 2% in de scheepsmakerij en 2% en 0% in de bankwerkerij.

Er bleek significant meer gehoorverlies door lawaai in de scheepsmakerij (tabel 8.7): In de scheepsmakerij had 39% (!) van de werknemers ernstig gehoorverlies door lawaai vergeleken met 9% van de werknemers in de bankwerkerij.

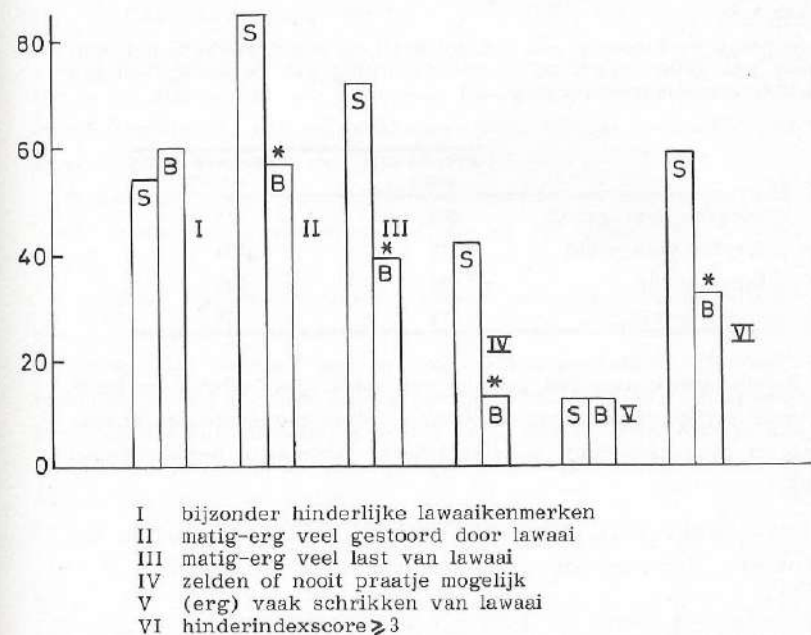
Tabel 8.7

Gehoerverlies door lawaai in bankwerkerij en scheepsmakerij

gehoerverlies door lawaai		bankwerkerij n=88	scheepsmakerij n=155
geen	≤ 15 dB	57%	24%
matig	> 15 dB ≤ 40 dB	34%	37%
veel	> 40 dB ≤ 65 dB	8%	34%
erg veel	> 65 dB	1%	5%

 χ^2 -toets: $P < .05$

Er bestond een groot verschil in ervaren *hinder* tussen de twee afdelingen (figuur 8.1). Het percentage werknemers dat last had, zich gestoord voelde in hun werk of dat in hun gesprekken gehinderd werd door lawaai, verschilde significant ten nadele van de scheepsmakerij. Maar liefst 86% van de scheepsmakers werd door geluiden of lawaai gestoord in het werk. Praten met elkaar was vaak moeilijk of onmogelijk. Schrik door lawaai en last van bijzondere kenmerken van lawaai verschilde niet tussen beide afdelingen. Voor beide afdelingen geldt dat de rangorde van scores op de verschillende hindervragen, sterke gelijkenis vertoont met de rangorde in het verkennend onderzoek (figuur 7.1): in het algemeen hoge scores van 'gestoord worden' en 'bijzondere kenmerken', iets lager voor 'last' dan voor 'gestoord worden', weer wat lagere voor moeilijker gesprekken kunnen voeren en het laagst voor schrikken.



Figuur 8.1. Percentage werknemers in scheepsmakerij (n=162) en bankwerkerij (n=95) met hinder van lawaai op diverse aspecten.

*) χ^2 -toets, $P < .05$

Bij de beantwoording van de vraag naar bijzondere hinderkenmerken van geluid op het werk, konden de werknemers zelf invullen welk geluid hen in het bijzonder irriteerde. Als hinderlijke geluidsbronnen werden het meest genoemd: slijpen en werken met pneumatisch gereedschap in het algemeen, draaien van roestvrij staal, ratelen van de revolverbank, hakken, hameren, bikken en steken. In de scheepsmakerij gaven meer personen impulsgeluiden op als hinderlijk, in de bankwerkerij hadden meer werknemers klachten over hoogfrequent geluid (tabel 8.8).

Tabel 8.8

Percentage werknemers van bankwerkerij en scheepsmakerij dat een bepaald type geluid opgaf bij de beantwoording van de vraag naar hinderlijke eigenschappen van geluid

	bankwerkerij n=95	scheepsmakerij n=162
hoogfrequent geluid	40%	27%
laagfrequentgeluid	7%	5%
impulsgeluid	9%	18%
ander geluid	7%	3%

Bij onderzoek naar het gebruik van *medicijnen, alcohol en tabak* en naar het voorkomen van *nervositeit*, bleek tussen de scheepsmakerij en de bankwerkerij geen significant verschil te bestaan (tabel 8.9).

Tabel 8.9

Percentage werknemers uit bankwerkerij en scheepsmakerij dat medicijnen, alcohol of tabak gebruikte of i.v.m. nervositeit een arts bezocht

	bank- werkerij n=95	scheeps- makerij n=162
kalmerende tabletten, elk gebruik	23%	19%
hoofdpijnmiddelen, frequent gebruik*	23%	20%
maagtabletten, frequent gebruik*	9%	9%
slaapmiddelen, elk gebruik	8%	5%
alcohol, meer dan 11 glazen per week	26%	27%
roken, meer dan 16 sigaretten per dag	7%	6%
nervositeit, bezoek huisarts of specialist	18%	14%

χ^2 -toets: geen signifante verschillen ($P > .05$)

*) iedere maand, week of dag in periodes

8.3.5.2. Lawaainiveauschatting

Aan werknemers is de vraag gesteld: "Hoe zou u het lawaai, waarvan u de laatste tijd bent blootgesteld, willen omschrijven?" (5 antwoordcategorieën). Van de werknemers vond 65% dat in tamelijk veel of veel lawaai gewerkt werd.

Binnen geen van beide afdelingen bestond een significant verband tussen de lawaainiveauschatting en het gehoorverlies door lawaai.

Er bleek wel een significant verband aanwezig tussen lawaainiveauschatting en lawaaihinderindex ($r=.49$, $P < .05$, na leeftijds-correctie). Dit verband was in beide afdelingen afzonderlijk aantoonbaar ($r=.60$, $P < .05$, bankwerkerij; $r=.36$, $P < .05$, scheepsmakerij; na leeftijds-correctie) (zie ook 7.3). Het is waarschijnlijk dat lawaaihindergevoelens in zekere mate bepalen of iemand "veel" of "weinig" lawaai in zal vullen.

Met medicijngebruik bestond eveneens een (zwak) verband ($r=.16$, $P < .05$, na leeftijds-correctie). Ook deze correlatie was in beide afdelingen afzonderlijk terug te vinden ($r=.19$, $P < .05$, bankwerkerij; $r=.14$, $P < .05$, scheepsmakerij; na leeftijds-correctie). Het verband wordt nog ondersteund door een significante relatie tussen lawaainiveauschatting en nervositeit op de scheepsmakerij ($r=.15$, $P < .05$).

Er bestond geen significant verband tussen de lawaainiveauschatting en de gecorrigeerde bloeddruk, alcohol- of tabaksgebruik.

8.3.6. Effecten van blootstellingsduur

8.3.6.1. Aantal jaren op de afdeling

Van de werknemers had 93% geen lawaai-blootstelling gehad op een andere afdeling van de werf. Slechts 12% van de werknemers was vroeger aan lawaai blootgesteld geweest bij een ander bedrijf, terwijl van 16% geen informatie bekend was. Het aantal arbeidsjaren op de afdeling waar ten tijde van het onderzoek werd gewerkt, komt dus over het algemeen overeen met de totale lawaai-blootstellingsduur. In dit opzicht is ook de mening van de medische dienst van belang, nl. dat het lawaainiveau gedurende de laatste 30 jaar niet wezenlijk was veranderd.

De correlatie tussen het aantal arbeidsjaren op de afdeling en gehoorverlies door lawaai bij de scheepsmakerij, werd iets groter wanneer alle werknemers met een lawaai-blootstelling elders, van de bewerking werden uitgesloten ($r=.58$, $n=101$ i.p.v. $r=.48$, $n=155$; $P < .05$). Voor de bankwerkerij maakte de selectie geen wezenlijk verschil. Een groot nadeel van deze selectie is echter dat gegevens van slechts 161 werknemers in totaal ter bewerking zouden overblijven. Wij hebben daarom gekozen voor het aantal arbeidsjaren op de afdeling, zonder uitsluiting van lawaai-blootstelling elders.

Wanneer de invloed van de blootstellingsduur onderzocht wordt, moet het lawaainiveau in de te vergelijken duurklassen ongeveer gelijk zijn. Daarom is de analyse apart voor de bankwerkerij en voor de scheepsmakerij uitgevoerd. Daarnaast moet rekening gehouden worden met de versturende invloed van leeftijd: naarmate werknemers langer op een afdeling werken, zijn ze gemiddeld ouder. Bij de meeste onderzoeken wordt daarom gecorrigeerd voor de invloed van de leeftijd met behulp van statistische technieken. In dit onderzoek bleek correctie voor leeftijd onmogelijk zonder tegelijk een groot deel van de invloed van het aantal arbeidsjaren weg te nemen: op beide afdelingen bleken leeftijd en arbeidsjaren zeer nauw met elkaar verbonden ($r=.75$, bankwerkerij; $r=.78$, scheepsmakerij; $P < .05$).

Wanneer beide afdelingen echter vergeleken worden in "ontwikkeling" van de gezondheid gedurende de arbeidsperiode op de afdeling, is de leeftijd geen storende variabele meer. De gemiddelde leeftijd per klasse van arbeidsjaren was op beide afdelingen immers ongeveer gelijk (tabel 8.10). Wel moet bedacht worden dat de transversale onderzoekopzet geen optimale longitudinale analyse toelaat, omdat ongetwijfeld selectie opgetreden zal zijn, o.a. op gezondheidskenmerken. Op één van beide afdelingen kan bovendien een grotere selectie opgetreden zijn ten gevolge van bepaalde belastende arbeidsomstandigheden (zie 8.3.9).

Tabel 8.10

Gemiddelde leeftijd van de werknemers van bankwerkerij en scheepsmakerij per klasse arbeidsjaren

aantal arbeidsjaren	bankwerkerij	scheepsmakerij
1 - 9	28.8 jr.	27.2 jr.
10 - 19	33.1	34.1
20 - 29	43.5	45.6
≥ 30	53.6	54.6

Uit tabel 8.11 blijkt geen opvallend verschil tussen de "ontwikkeling" van de ongecorrigeerde bloeddruk op de bankwerkerij en scheepsmakerij.

Tabel 8.11

Gemiddelde bloeddruk per klasse van arbeidsjaren op de bankwerkerij en scheepsmakerij

aantal arbeidsjaren	bankwerkerij			scheepsmakerij		
	diast.	syst.	n	diast.	syst.	n
1 - 9 jr	66.2	124.1	30	67.6	123.7	56
10 - 19 jr	69.5	124.6	34	65.7	123.5	43
20 - 29 jr	69.7	120.6	15	74.4	126.0	38
≥ 30 jr	79.8	129.4	16	75.8	126.5	25

Tussen het aantal arbeidsjaren op de bankwerkerij resp. scheepsmakerij en *gehoorverlies door lawaai* (zie 8.3.4) bestond, een duidelijke relatie ($r=.37$ resp. $r=.48$, $P < .05$). Uit tabel 8.12 blijkt dat het gehoorverlies op de scheepsmakerij groter is en meer toeneemt met het aantal arbeidsjaren dan op de bankwerkerij. Bij ongeveer de helft van de werknemers die gemiddeld vijf jaar op de scheepsmakerij werkten, was reeds schade aantoonbaar (!) Alle werknemers die er 20 jaar of langer werkten, hadden een aantoonbaar gehoorverlies. Op de bankwerkerij lijkt geleidelijk aan een aantoonbaar gehoorverlies te ontstaan bij meer dan de helft van de werknemers.

Tabel 8.12

Percentage werknemers uit bankwerkerij en scheepsmakerij met gehoorverlies door lawaai van meer dan 15 respectievelijk 40 dB.

aantal arbeidsjaren	aantal werknemers		gehoorverlies door lawaai van meer dan 15 dB		gehoorverlies door lawaai van meer dan 40 dB	
	B absoluut	S	B %	S %	B %	S %
1 - 9 jr	30	55	23	56	0	15
10 - 19 jr	31	43	45	70	10	35
20 - 29 jr	12	35	58	100	8	54
30 jr	15	22	67	100	27	82

Onderzocht is of het dragen van gehoorbescherming invloed had. Over het algemeen bleek de groep werknemers die altijd of meestal gehoorbescherming zei te gebruiken (op het moment van onderzoek), niet minder gehoorverlies te hebben. Dit is wellicht verklaarbaar vanuit storende "compensatiemechanismen" bij een transversale onderzoeksofzet: werknemers met veel gehoorverlies kunnen uit eigen motivatie of daartoe gestimuleerd door de bedrijfsgezondheidsdienst vaker gehoorbescherming gaan gebruiken dan collega's met een nog goed gehoor. In werkelijkheid zal er wel degelijk sprake zijn van bescherming, wanneer goede gehoorbeschermingsmiddelen aangeboden en gebruikt worden.

Er bestond een zwak positief verband tussen *lawaaihinder* (index) en het aantal jaren dat gewerkt was op de scheepsmakerij ($r=.15$, $P < .05$). Op de bankwerkerij was geen significant verband aantoonbaar ($r=-.12$, n.s.). Uit tabel 8.13 blijkt dat de zwak-positieve correlatie op de scheepsmakerij berust op het naar verhouding minder aangeven van hindergevoelens door werknemers die korter dan 10 jaar op de scheepsmakerij werkten. Op de bankwerkerij valt juist op dat werknemers die er 30 jaar of meer werkten, minder hinder hadden, al is de correlatiecoëfficiënt niet significant. De conclusie lijkt daarom gerechtvaardigd dat er voor een mogelijke

gewenning aan lawaai, naarmate men langer in lawaai werkt, weinig argumenten aan te voeren zijn. In hoeverre de transversale onderzoeksofzet verstrend heeft gewerkt, is niet na te gaan.

Tabel 8.13

Percentage werknemers uit bankwerkerij en scheepsmakerij met hinderindexscore ≥ 3 .

aantal arbeidsjaren	bankwerkerij		scheepsmakerij	
	%	(n)	%	(n)
1 - 9 jr	37	(11/30)	50	(28/56)
10 - 19 jr	38	(13/34)	65	(28/43)
20 - 29 jr	33	(5/15)	63	(24/28)
> 30 jr	6	(1/16)	64	(16/25)

Een opvallend hoog *medicijngebruik* is zichtbaar bij werknemers die kort in de bankwerkerij werkten (tabel 8.14); ook zien we hier het hoogste percentage werknemers dat een arts bezoekt in verband met nerveuze klachten. Het was op het moment van onderzoek niet bekend of en zo ja, welke arbeidsomstandigheden hier verantwoordelijk waren. Overigens blijken er nauwelijks systematische verschillen tussen bankwerkerij en scheepsmakerij aanwezig met betrekking tot roken en alcoholgebruik.

Tabel 8.14

Percentage werknemers uit bankwerkerij en scheepsmakerij dat medicijnen, tabak en alcohol gebruikte of een arts bezocht in verband met nervositeit

arbeids- jaren	aantal werk- nemers		medicijn- index ≥ 1		roken ≥ 6 sigaret- ten/dag		alcohol ≥ 11 glazen/week		artsenbezoek i.v.m. nervositeit	
	B	S	B	S	B	S	B	S	B	S
1-9	30	56	53	37	50	53	31	47	23	7
10-19	34	43	29	42	47	44	32	28	21	19
20-29	15	38	47	34	27	40	20	11	7	16
≥ 30	16	25	56	40	56	36	13	13	13	21

8.3.6.2. Zelf geschatte blootstellingsduur

Op de vragenlijst stond als vraag 3 vermeld: "Wilt u alle vakjes aankruisen van de jaren waarin u een groot deel van de dag werkte in lawaai waarbij je hard moet praten of schreeuwen op korte afstand om elkaar te kunnen verstaan?" (zie 7.2). Getracht is op deze wijze informatie te verkrijgen omtrent eventuele lawaai-blootstelling op andere afdelingen of bedrijven. Deze vraag was bedoeld als vraag naar lawaainiveaus boven 80 dB(A) L_{Aeq} . Men veronderstelt immers dat boven dit geluidsniveau hard praten of schreeuwen noodzakelijk is om elkaar op korte afstand te kunnen verstaan. Een ruime meerderheid van de werknemers (78%) uit de scheepsmakerij had een kruisje ingevuld bij het jaartal 1979, dus met betrekking tot het lawaainiveau ten tijde van het onderzoek. Van de werknemers uit de bankwerkerij bleek slechts 33% een kruisje ingevuld te hebben bij het jaartal 1979. De meerderheid van de werknemers uit de bankwerkerij vond blijkbaar niet dat hard praten of schreeuwen noodzakelijk was, ondanks het gemeten lawaainiveau (L_{Aeq}) boven de 80 dB(A) (later bleek dat Elsner (1977) reeds beschreven had dat slechts een matige overeenkomst bestaat tussen het aantal decibels en het percentage werknemers dat aangeeft moeilijk of onmogelijk met elkaar te kunnen praten).

Werknemers van de bankwerkerij die nooit elders aan lawaai blootgesteld geweest waren, werkten gemiddeld 17.5 jaar op de afdeling, maar vulden gemiddeld slechts 4.0 jaar lawaai-blootstellingsduur in. Werknemers uit de scheepsmakerij die nooit elders aan lawaai blootgesteld geweest waren, werkten gemiddeld 16.7 jaar op de afdeling en hadden gemiddeld 11.8 kruisjes gezet. Vraag 3 bleek dus geen valide maat voor de lawaai-blootstelling. Van verdere bewerking moest worden afgezien.

8.3.7. Verbanden met lawaaihinder

Hinder van lawaai (index) bleek geen verband te houden met de leeftijd ($r = -.02$, n.s.); met de arbeidsduur bestond geen eenduidige relatie (zie 8.3.6.1).

Hinder van lawaai kan beschouwd worden als een gevolg van lawaai, maar ook als een bron van mogelijke gezondheidsproblemen.

Op de scheepsmakerij bleek hinder van lawaai samen te hangen met gebruik van medicijnen ($r = .13$, $P < .05$) en met nervositeit ($r = .16$, $P < .05$). Op de scheepsmakerij bleek ook een (negatief) verband aanwezig tussen hinder en gecorrigeerde diastolische bloeddruk ($r = -.15$, $P < .05$). Een redelijke biologische verklaring hiervoor ontbreekt. Voor geen van beide afdelingen waren verbanden aantoonbaar tussen hinder en de gezondheidsparameters gehoorverlies door lawaai en gebruik van alcohol en tabak.

8.3.8. Lawaaidoofheid en gezondheidseffecten

Individuele audiometriegegevens vormen geen geschikte maat voor de individuele lawaai-blootstelling, door het grote interindividuele verschil in gevoeligheid voor gehoorverlies door lawaai. Eventuele interpretaties in die richting zijn dus niet geoorloofd.

Tussen leeftijd en gehoorverlies door lawaai bestond een positief verband ($r = .46$, $P < .05$), omdat ouderen meer aan lawaai blootgesteld zijn geweest. Correlaties tussen lawaaidoofheid en andere gezondheidsparameters moeten daarom voor leeftijd gecontroleerd worden.

Op de bankwerkerij bleek een positief verband aanwezig tussen gehoorverlies door lawaai en de voor leeftijd en relatief gewicht gecorrigeerde diastolische bloeddruk ($r = .22$, $P < .05$). Een verklaring hiervoor ontbreekt. Na correctie voor leeftijdsinvloeden bleken geen andere verbanden aanwezig met de onderzochte gezondheidsparameters medicijngebruik, nervositeit en gebruik van alcohol en tabak.

8.3.9. Vergelijking van overige arbeidsomstandigheden

De scores van beide afdelingen op alle 34 somvariabelen die in het NIPG-TNO-onderzoek gehanteerd werden, werden vergeleken. Voor een overzicht van de somvariabelen en de samenstelling ervan, zie het oorspronkelijke rapport. De somvariabelen waarvoor beide afdelingen significant verschilden, zijn weergegeven in tabel 8.15.

Met behulp van een variantie-analyse is vervolgens de invloed onderzocht van het werken op één van beide afdelingen op de variantie van de somscores. De invloed van leeftijd, zowel onafhankelijk als in combinatie met de invloed van de afdeling, is

eveneens onderzocht (tabel 8.15). Gebruikt is een one-way analyse op elke afdeling afzonderlijk naar de invloed van leeftijd, en een two-way analyse (ANOVA) naar de invloed van leeftijd en afdeling.

Geconcludeerd moet worden dat de scheepsmakers meer klachten hadden m.b.t. lichamelijke inspanningsaspecten, fysisch-chemische werkomstandigheden en diverse sociale aspecten van het werk.

Tabel 8.15

Gemiddeld percentage klachten per afdeling, gemeten d.m.v. somvariabelen, en percentage verklaarde variantie van werken op de scheepsmakerij t.o.v. de bankwerkerij (onafhankelijk van de leeftijd, tenzij anders aangegeven) ($P < .05$)

omschrijving somvariabele	gemiddeld % klachten scheeps- makers	% klachten bank- werkers	% verklaar- de varian- tie (η^2)
lichamelijke inspanningsaspecten	21	16	(1%)*
verontreinigingen	50	25	11%
alle fysische werkomstandigheden	40	26	7%
waardering voor de leiding	31	22	2%
collega's en leiding tezamen	28	21	2%
overleg en samenwerking	12	7	3%
kleding, voeding en sanitair	15	6	5%
waardering voor huidige werkkring	31	24	2%
totaalwaardering werkkring	26	20	2%
totaal van alle gegevens	23	19	(3%)**

*) Omdat van interactie sprake is, is het percentage verklaarde variantie niet te interpreteren. Op de scheepsmakerij nemen de klachten toe met de leeftijd, dit verschilt significant met de bankwerkerij waar dit niet aantoonbaar is.

**) Jongeren in de bankwerkerij hebben meer klachten dan ouderen; in de scheepsmakerij is dit niet aantoonbaar. Omdat van 'interactie' sprake is, is het percentage verklaarde variantie niet te interpreteren.

Door de reductie via de somscores van de informatie verkregen per vraag, kan essentiële informatie verloren gegaan zijn. Daarom zijn ook de afzonderlijke vragen onderzocht.

In figuur 8.2 staan alle variabelen waarvoor een significant verschil tussen de scheepsmakerij en bankwerkerij is aangetoond. Voor

de overzichtelijkheid is een beperkt aantal variabelen, waar van duidelijke overlapping met andere variabelen sprake was, weggelaten. De vragen naar moeite met lopen, traplopen, tillen en sjouwen zijn op te vatten als vragen naar dynamische spierbelasting. Beide afdelingen verschilden niet significant op deze vragen.

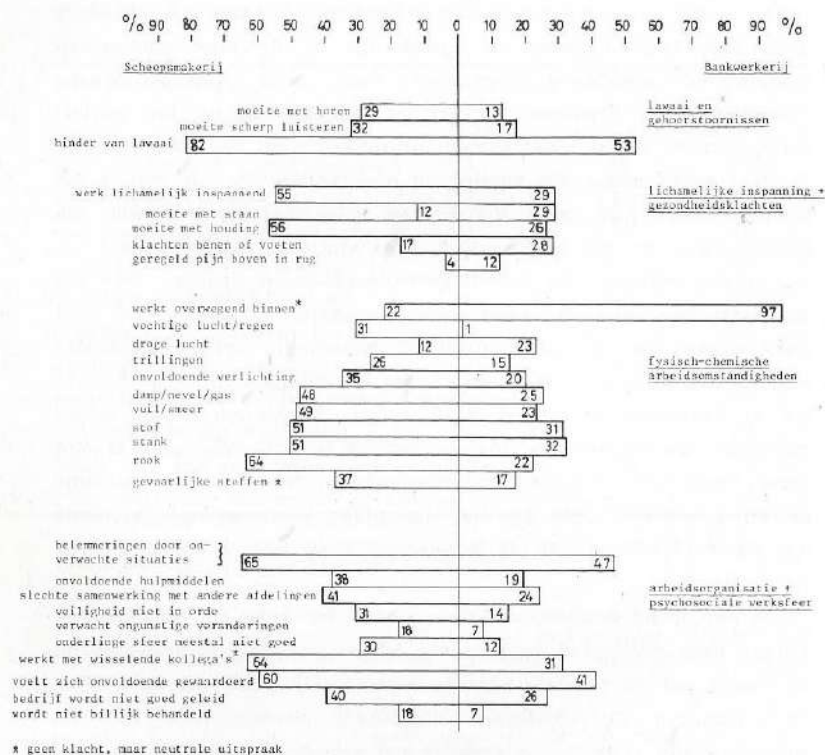
De vragen naar moeite hebben met bukken of werken in gebogen lichaamshouding, moeite met staan en met werken in een ongemakkelijke lichaamshouding zijn (deels) op te vatten als vragen naar statische spierbelasting. De bankwerkers blijken significant vaker moeite te hebben met staan. De scheepsmakers hebben daarentegen vaker moeite met ongemakkelijke houdingen. Er bestond zodoende geen significant verschil in dynamische of statische spierarbeid tussen beide afdelingen, voor zover naar voren kwam uit bovenstaande vragen. Onderzoek op dit gebied blijft echter een twijfelachtige zaak, zolang geen vragen ontwikkeld zijn die deze factoren valide kunnen meten. Wij hadden uit observaties bijv. de indruk dat scheepsmakers toch meer dynamische spierarbeid verrichtten dan bankwerkers, en dat bankwerkers meer statische arbeid verrichtten dan scheepsmakers. De bedrijfsgezondheidsdienst deelde bovendien mede dat met name de oudere scheepsmakers het zware werk niet meer aankonden en vaak geheel of gedeeltelijk arbeidsongeschikt werden. Dit gegeven komt overeen met bevindingen in de uitgevoerde variantie-analyse (tabel 8.15). Van bankwerkers en vooral machinale bankwerkers is tevens bekend dat zij langdurig moeten staan, vaak met licht voorovergebogen rug, hetgeen veel statische belasting oplevert. Het grotere percentage klachten van de benen en voeten (28%) en van de bovenrug, wijst daar vermoedelijk ook op.

De perceptief-mentale belasting is wellicht terug te vinden in de vragen naar moeite met ingespannen kijken, moeite met concentreren en moeite met de vereiste nauwkeurigheid. Op geen van deze vragen scoorden de afdelingen significant verschillend. Dat de scheepsmakers meer moeite hadden met scherp luisteren, komt zeer waarschijnlijk voort uit het grotere gehoorverlies ten gevolge van lawaai.

In de VPFA-vragenlijst waren ook talrijke vragen opgenomen die verwezen naar het psychosociale arbeidsklimaat zoals vragen naar de

onderlinge sfeer en de kwaliteit van de leiding. Uit het overzicht blijkt dat de scheepsmakerij op alle punten een slechter psychosociaal arbeidsklimaat had dan de bankwerkerij.

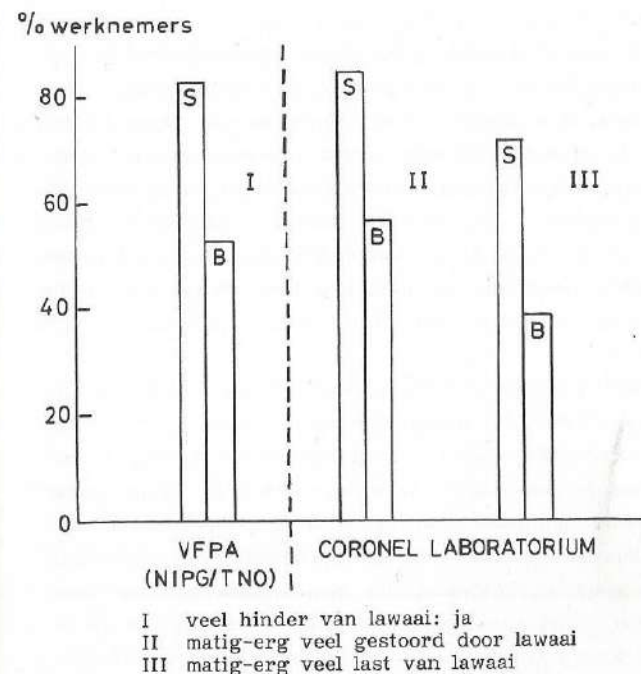
De fysisch-chemische arbeidsomstandigheden bleken ook bij een gedetailleerd overzicht bijna over de hele linie ongunstiger te zijn op de scheepsmakerij.



Figuur 8.2. Percentage werknemers uit scheepsmakerij en bankwerkerij met de klachten waarvoor beide afdelingen significant van elkaar verschillen (χ^2 -toets, $P < .05$).

8.3.10. Vergelijking van onderzoeksresultaten

In beide onderzoeken werd gevraagd naar hinder van lawaai. Wanneer de vraag uit de VFPA-vragenlijst vergeleken werd met de vraag naar gestoord worden door geluid of lawaai (matig, veel of erg veel, figuur 8.3), bleek een goede overeenkomst in de percentages en in de verhouding tussen beide afdelingen.



Figuur 8.3. Percentage werknemers uit scheepsmakerij (S) en bankwerkerij (B) met hinder van lawaai.

Het percentage werknemers dat volgens de VFPA-vragenlijst moeite had met scherp luisteren op het werk (S: 32%, B: 17%), komt redelijk overeen met het percentage werknemers met een gemiddeld gehoorverlies van 25 dB of meer in het eigen onderzoek (S: 38%, B: 15%). Antwoorden op de vraag: "Heeft U vaak moeite met horen?" (VFPA) (S: 29%, B: 13%) komen, wat de verhouding van de percentages betreft, eveneens redelijk overeen met de gehoormetingen.

Als criterium is in dit geval gekozen voor het gemiddelde gehoorverlies over de frequenties 1, 2 en 4 kHz, dat volgens Suter (1980) de beste maat is voor het gehandicapt zijn bij het volgen van een gesprek (Plomp et al (1983) nemen een gemiddeld gehoorverlies van 15 dB over 1, 2 en 3 kHz aan als grens die niet overschreden mag worden). Suter schat dat een handicap merkbaar wordt vanaf een gemiddeld gehoorverlies ergens tussen de 15 en 30 dB, met als vermoedelijke grenslijn 22 dB. Voor de analyse is gekozen voor het gehoorverlies van het beste oor, behalve wanneer het slechtste oor meer dan 25 dB slechter was dan het beste oor. In dat geval is bij het gehoorverlies van het beste oor 5 dB opgeteld (Bryan and Tempest, 1980).

De antwoorden op de VFPA-vragen naar hoofdpijn, slapeloosheid, nervositeit, gespannenheid, gejaagdheid en behandeling voor hoge bloeddruk, zijn vergeleken met de antwoorden op de vragen naar het gebruik van geneesmiddelen voor deze klachten uit het eigen onderzoek. Beide onderzoeken leverden vergelijkbare resultaten op.

De betrouwbaarheid van de meetresultaten blijkt - op groepsniveau - redelijk goed.

8.4 Discussie

Uit dit onderzoek blijkt geen duidelijk verband tussen het lawaainiveau en de bloeddruk: de werknemers van de scheepsmakerij werken in lawaai van gemiddeld 98 dB(A) en hebben gemiddeld geen hogere bloeddruk dan de werknemers van de bankwerkerij die werken in gemiddeld 85.5 dB(A). Het verschil in lawaainiveau van 12.5 dB(A) betekent voor de geluidsperceptie ruim een verdubbeling van de luidheid. Het grote verschil in gehoorverlies bij de werknemers van beide afdelingen wijst eveneens op een beduidend

hoger lawaainiveau in de scheepsmakerij.

Het frequenter gebruik van gehoorbescherming op deze afdeling zal enige mate van bescherming tegen de lawaai-blootstelling geboden hebben. Gehoorbeschermers worden echter niet altijd op de juiste wijze en consequent gedragen, zijn niet altijd van een goede kwaliteit en werden pas sinds enkele jaren verstrekt. Het antwoord op de vraag naar het gebruik ervan, kan bovendien een te gunstig beeld geven, gezien de sociale wenselijkheid om de vraag positief te beantwoorden.

Gehoortverlies door lawaai, blijkt ondanks frequenter gebruik van gehoorbescherming (ten tijde van het onderzoek), veel meer voor te komen op de scheepsmakerij. Het is daarom aannemelijk ervan uit te gaan dat een eventuele bloeddrukverhoging door lawaai niet geheel door gebruik van gehoorbescherming gemaskeerd zal zijn.

Hoe langer men gewerkt had in lawaai, hoe meer gehoorverlies er opgetreden was. Dit effect van lawaai bleek goed zichtbaar, ondanks de transversale onderzoeksopzet. Dit houdt vermoedelijk verband met de geringe selectiedruk die van lawaaidoofheid uitgaat. Een verhoogde bloeddruk zal daarentegen veel eerder leiden tot een ernstige ziekte of overlijden dan lawaaidoofheid. Een aantal zieken (overlijdensgevallen) met een hogere bloeddruk wordt dus in de transversale opzet gemist. Een verhoogde bloeddruk kan bovendien samenhangen met andere ziekten die tot selectie aanleiding geven, bijv. via de relatie met overgewicht. Een licht of matig verhoogde bloeddruk leidt anderzijds op zichzelf niet tot arbeidsongeschiktheid. Het niet meer stijgen van de bloeddruk bij werknemers op de scheepsmakerij na 30 dienstjaren, kan een teken zijn van selectie. Een definitieve conclusie is vooralsnog echter niet te geven.

Een verklaring voor het niet vinden van een gemiddeld hogere bloeddruk bij de scheepsmakers, was ook op basis van een secundaire analyse niet te geven. Integendeel, het slechtere psychosociale klimaat in de scheepsmakerij had een eventueel bloeddrukverhogend effect van lawaai zelfs kunnen versterken. Toekomstig onderzoek met zo mogelijk gevalideerde metingen van diverse arbeidsomstandigheden, zoals de spierbelasting, zal naar verwachting een beter kwalitatief antwoord op de vraagstelling kunnen leveren.

Duidelijk is naar voren gekomen dat een vergelijking tussen twee

afdelingen met een verschillend lawaainiveau, met de bedoeling om uitspraken te kunnen doen over de invloed van lawaai op een specifiek verschijnsel zoals de bloeddruk, een zeer riskante onderneming is omdat de afdelingen m.b.t. veel andere arbeidsomstandigheden sterk verschillend kunnen zijn. Hierbij moet worden opgemerkt dat een aantal arbeidsomstandigheden tamelijk eenvoudig 'gescreend' kan worden, vóórdat tot een vergelijkend onderzoek wordt overgegaan. Te denken is aan klimaat, trillingen en chemische stoffen. Screening op fysieke belasting is echter gecompliceerder; een snelle screening op tijdsdruk en psychosociale arbeidsomstandigheden is bijna onmogelijk. In de onderzoekspraktijk is men bovendien vaak afhankelijk van een beperkt aanbod van onderzoeksmogelijkheden.

Het zelf geschatte lawaainiveau, hinder van lawaai en de mate van gehoorverlies door lawaai hadden evenmin invloed op de gecorrigeerde bloeddruk, wanneer beide afdelingen samen werden bekeken. Wel bleek de gecorrigeerde diastolische bloeddruk iets hoger bij de werknemers met meer gehoorverlies in de bankwerkerij. Op de scheepsmakerij is een wat lagere gecorrigeerde diastolische bloeddruk gevonden bij werknemers die hinder hadden van lawaai. Beide verbanden zijn niet eenvoudig te verklaren. Overigens moet men ook denken aan de mogelijkheid van een toevallig significant verband.

Hinder van lawaai bleek aanzienlijk meer aanwezig op de scheepsmakerij. De werknemers van de scheepsmakerij hadden meer "last" van lawaai, waren meer "gestoord in het werk" en konden slechter met elkaar spreken door het lawaai. Opvallend is dat toch nog één op de vijf werknemers van de bankwerkerij zei veel gestoord te worden door lawaai. De helft van de werknemers aldaar schatte het lawaainiveau op tamelijk veel of veel. Hieruit blijkt dat ook "lagere" lawaainiveaus door veel werknemers als onaangenaam ervaren kunnen worden.

Dat de geluiden op de bankwerkerij even vaak schrik veroorzaakten als de veel hardere geluiden op de scheepsmakerij, is vermoedelijk te verklaren vanuit het lagere achtergrondlawaai op de bankwerkerij. Een andere reden kan zijn dat men minder gewend is aan harde geluiden. Dezelfde redenering gaat wellicht ook op voor

de bijzondere lawaaisoorten. Juist doordat de bankwerkerij stiller is, kunnen bijzondere geluiden eerder opvallen.

Op beide afdelingen werd veel hinder ondervonden van hoogfrequente geluiden. Op de scheepsmakerij werd bovendien hinder ondervonden van impulsgeluiden. Deze kenmerken van hinderlijk geluid komen overeen met de fysische kenmerken van geluid die door Kryter (1970) beschouwd worden als bijzonder hinderlijk (zie 2.6.2).

Er was - in tegenstelling tot de verwachting - niet minder last van lawaai, wanneer men langer op de afdeling gewerkt had. Dit lijkt een belangrijk gegeven, omdat hieruit blijkt dat men niet went aan lawaai op het werk. Toenemende gehoorschade bleek evenmin te beschermen tegen lawaaihinder, wellicht omdat dan nog moeilijker met elkaar gesproken kan worden. Het is ook mogelijk dat het verschijnsel "recruitment" een rol speelt (zie 2.6.3.)

Tussen lawaai-blootstelling en medicijngebruik of nervositeit bleken geen verbanden te bestaan. Wel bleken werknemers die meer hinder hadden van lawaai of lawaai als "veel" benoemden, meer medicijnen te gebruiken en vaker vanwege nervositeit naar een arts te gaan. Eén mogelijke verklaring is dat werknemers door de hindergevoelens gespannen en geïrriteerd worden en bijv. hoofdpijn krijgen. Een andere mogelijke verklaring is dat werknemers die door andere omstandigheden reeds gespannen zijn, meer last hebben van lawaai dan hun collega's. Een wisselwerking is zeker niet uit te sluiten.

8.5. Conclusies

In dit onderzoek kon geen verband aangetoond worden tussen lawaai-blootstelling en de bloeddruk. Het is niet waarschijnlijk dat het niet vinden van een hogere bloeddruk bij een grotere lawaai-blootstelling geheel te wijten is aan het frequenter gebruiken van gehoorbeschermingsmiddelen in hogere lawaainiveaus. De verstorende invloed van de transversale onderzoeksopzet blijft onduidelijk.

Een secundaire analyse naar de aanwezigheid van verschillen in andere arbeidsomstandigheden toonde inderdaad een groot aantal verschillen tussen beide afdelingen, doch kon evenmin een bevredigende

gende verklaring leveren, mede door het ontbreken van gevalideerde vragen naar de spierbelasting op het werk.

Wel werd duidelijk aangetoond dat een vergelijking tussen twee afdelingen of bedrijven met een verschillend lawaainiveau, met de bedoeling om uitspraken te doen over de invloed van lawaai op specifieke gezondheidsaspecten, niet zonder meer mogelijk is, omdat afdelingen en bedrijven aanzienlijk kunnen verschillen in andere arbeidsomstandigheden.

Tussen blootstelling aan lawaai en optreden van lawaaidoofheid kon wél een duidelijk verband aangetoond worden, zoals kon worden verwacht. Op de scheepsmakerij met een mediaan lawaainiveau van 98 dB(A) (L_{Aeq}), had 39% van de werknemers een ernstig gehoorverlies door lawaai vergeleken met 9% van de werknemers van de bankwerkerij met een mediaan lawaainiveau van 85,5 dB(A) (L_{Aeq}).

Tussen blootstelling aan lawaai enerzijds en nervositeit en gebruik van medicijnen, alcohol en tabak anderzijds kon geen verband aangetoond worden.

Op de scheepsmakerij hadden beduidend meer werknemers hinder van lawaai. Van de scheepsmakers werd 86% gestoord door lawaai of geluiden op het werk; 40% kon zelden of nooit een praatje maken vanwege het omgevingslawaai. Op de bankwerkerij bestond overigens ook tamelijk veel hinder: meer dan de helft van de werknemers werd door lawaai gestoord.

Werknemers die meer hinder hadden van lawaai, gebruikten meer medicijnen, en gingen meer naar een arts in verband met nervositeit. Eén verklaring luidt dat hinder van lawaai leidt tot nerveuze klachten. Een andere mogelijke verklaring is dat werknemers die gespannen zijn vanwege andere omstandigheden, meer last hebben van lawaai dan hun collega's. Lawaaidoofheid noch lange arbeidsduur bleken tegen hinder van lawaai te beschermen.

9 AFSLUITEND INDUSTRIE-ONDERZOEK*

9.1. Inleiding

Een afsluitend industrie-onderzoek werd opgezet om dezelfde vraagstellingen als in hoofdstuk 7 en 8 beschreven, te onderzoeken bij een grotere populatie. Door werknemers van verscheidene bedrijven te onderzoeken, zou de variatie van blootstelling aan lawaai groot zijn, waardoor dosis-effect relaties onderzocht zouden kunnen worden. De variatie van andere arbeidsomstandigheden dan lawaai zou dan eveneens groot zijn, waardoor lawaai-blootstelling minder vast geassocieerd zou kunnen zijn met bedrijfsspecifieke andere arbeidsomstandigheden (vergelijk hoofdstuk 8). Om de diversiteit aan andere arbeidsomstandigheden toch enigszins te beperken terwille van de gegevensverwerking, is aanvankelijk gedacht aan een voorselectie, bijvoorbeeld door geen werknemers in ploegendienst in het onderzoek op te nemen. De beperkte mogelijkheden om binnen een zekere periode onderzoek te verrichten, lieten echter geen voorselectie toe.

De onderzoeksopzet was grotendeels gelijk aan die in hoofdstuk 8. De LSH-bloeddrukmeter werd echter vervangen door de half-automatische Waterpik Professional^(R) bloeddrukmeter (zie 3.3.2). Via de vragenlijst kon ditmaal uitgebreid gevraagd worden naar diverse arbeidsomstandigheden. De vragen werden hier en daar verbeterd, enkele vragen vervielen en enkele andere vragen werden toegevoegd.

*) bewerkt naar: F. van Dijk, A. Souman, F. de Vries. Effecten van lawaai op de gezondheid en het welzijn in de industrie. Coronel Laboratorium, Amsterdam, 1982b. Rapport.

9.2. Materiaal en methoden

9.2.1. Onderzoeksopzet en meetinstrumenten

Het onderzoek is op gestandaardiseerde wijze uitgevoerd bij zeven bedrijven: twee metaalbedrijven (A, n=116 en B, n=56), een veevoederbedrijf (C, n=139), een kunststofverwerkend bedrijf (D, n=68), een metaalverwerkend bedrijf (E, n=53), een chemische industrie (F, n=63) en een metaalbedrijf (G, n=57). Door medewerkers van vijf bedrijfsgeneeskundige diensten werden 552 werknemers onderzocht.

De volgorde van onderzoek was: vragenlijst invullen door de werknemers, anamnese oorpathologie, audiometrisch onderzoek, bloeddrukmeting, lengte- en gewichtmeting, uitslag van audiometrie en van bloeddrukmeting.

Een eerder gebruikte vraag om de lawaai-blootstelling in het verleden te schatten, bleek niet valide (zie 8.3.6.2). Naar het voorbeeld van Manninen (1979) is daarom gekozen voor een vraag naar lawaai-blootstelling waarbij een vijftal voorbeelden, "ankers", aangeboden werden waarmee het huidige lawaainiveau vergeleken kon worden. Hiermee werd de werknemers een grotere variëteit aan antwoordmogelijkheden aangeboden dan voorheen, met de mogelijkheid tot een meer objectieve lawaainiveauschatting (vergelijk hoofdstuk 7 en 8). De meeste vragen werden van vijf antwoordmogelijkheden voorzien i.p.v. vier, om de werknemer meer evenwichtige (symmetrische) antwoordmogelijkheden te bieden. Met het oog op een eventuele samenhang met de bloeddruk, zijn o.a. vragen gesteld naar statische en dynamische spierbelasting op het werk. Tot slot zijn een aantal vragen toegevoegd over psychische klachten die in de literatuur genoemd worden als extra-auditieve effecten van lawaai. Hierbij is de werknemer tevens gevraagd of hij zelf van mening is dat deze klacht mede veroorzaakt werd door lawaai. De audiometrist(e) heeft gevraagd naar oorpathologie, familiale doofheid, zware hersenschudding en buitengewone blootstelling aan schietgeluiden of explosies in het verleden. Vervolgens zijn de werknemers onderzocht op afsluitende serumproppen en grove trommelmviesafwijkingen. Op deze gronden werd beoordeeld of sprake was van oorpathologie, anders dan door lawaai veroorzaakt. Wanneer

geen afwijking van betekenis op het audiogram te zien was, luidde de beoordeling echter dat geen sprake was van (beduidende) "andere oorpathologie" (dan door lawaai veroorzaakt).

Het gehooronderzoek vond bij 4 bedrijven plaats met een Peekel D77 continu-audiometer, bij 2 bedrijven met een Peekel D7 continu-audiometer en bij één bedrijf met een Peeters Acusticon Elmed audiometer, die alle maximaal één jaar voor het onderzoek gecalibreerd waren. In het algemeen werd in geluidsisoleerde cabines getest; een klein deel van de werknemers is onderzocht in een stille kantoorruimte. Over het algemeen was aangedrongen op het dragen van gehoorbescherming op de dag van het gehooronderzoek. Alle werknemers waren minimaal 15 minuten uit het fabriekslawaai ten tijde van het audiometrisch onderzoek. Als drempel werd 15 dB gehoorverlies genomen, de gehoorverliesbepalingen werden afgerond op 5 dB.

De bloeddruk is overal door een bedrijfsverpleegkundige gemeten met een halfautomatische Waterpik Professional^(R) bloeddrukmeter, aan de rechterarm van de werknemer in zittende positie. De meting vond plaats na ongeveer 20 minuten rust.

Het werkingsprincipe van de bloeddrukmeter is als volgt. De manchet wordt met de hand opgepompt, waarna de druk automatisch daalt, ingesteld op 2-3 mm/sec. De meter beschikt over een microfoon in de manchet. Het microfoonsignaal wordt automatisch omgezet in een digitaal weergegeven systolische en diastolische bloeddruk, overeenkomend met de eerste respectievelijk vijfde Korotkow toon. De bloeddruk wordt op 1 mm kwik nauwkeurig bepaald. Bij bedieningsfouten is aflezen onmogelijk.

De bloeddruk werd driemaal gemeten. De eerste meting diende als controlemeting voor de microfoonpositie en om de werknemer te laten wennen aan de procedure. De volgende twee meetresultaten werden genoteerd en later gemiddeld tot één waarde. Bij bedrijf A bleek tijdens het onderzoek dat van deze meetprocedure was afgeweken. De bloeddrukmetingen van dit bedrijf konden daarom niet gebruikt worden in de verdere analyse. Werknemers met een bloeddruk die bij herhaalde meting hoger was dan 140 mm kwik systolische bloeddruk of 90 mm resp. 95 mm diastolische bloeddruk (jonger, resp. ouder dan 30 jaar) werden verwezen naar de huisarts.

Vier exemplaren van de bloeddrukmeter zijn gebruikt, omdat het onderzoek tegelijkertijd plaatsvond op verschillende bedrijven. Een correctie werd toegepast om de meetwaarden vergelijkbaar te maken (zie Bijlage 4).

De *lengte* werd op de gebruikelijke wijze gemeten met een meetlat, op één cm nauwkeurig. Het *gewicht* werd op één dienst bepaald met een balans. Op de andere diensten werden veerweegschalen gebruikt, die alle geijkt werden. Het gewicht werd bepaald op 500 gr nauwkeurig. Uit de meetgegevens is het relatieve gewicht volgens Quételet (G/L^2) bepaald.

Tijd, menskracht en apparatuur ontbraken om bij alle werknemers een reeks *persoonlijke lawaaidosismetingen* te verrichten. In elk bedrijf is daarom een aantal functies of arbeidsplaatsen uitgekozen waarin grotere groepen werknemers werkzaam waren, voor een aantal metingen. De metingen zijn zoveel mogelijk verricht met (gecalibreerde) dosimeters van het type CEL-179 (voldoen aan IEC-179) en CEL-172 (voldoen aan IEC-123), met een zeer korte tijdsconstante waardoor ook impulsgeluiden goed gemeten konden worden. In een aantal bedrijven is gemeten met gec calibreerde Genrad 1954/9730 dosimeters (voldoen aan ANSI S1.4-1971), met een slow-tijdsconstante. De microfoon werd met een speld ter hoogte van de kraag bevestigd. De meetduur was 7 tot 8 uur. Vóór elke meting werd de dosimeter gec calibreerd. Na elke meting werd de werknemer gevraagd naar de bezigheden van die dag en naar de representativiteit van de werkdag met betrekking tot het lawaainiveau. Aan de bedrijfsgezondheidsdienst (BGD) en aan het bedrijf is gevraagd of recente lawaaidosismetingen of areaalmetingen beschikbaar waren. Deze bleken in bijna alle gevallen aanwezig. Op basis van alle beschikbare meetresultaten werd vervolgens overlegd met de deskundige van de BGD of veiligheidskundige van het bedrijf, om alle werknemers zo objectief mogelijk in te delen in één van de vijf lawaainiveaunklassen:

≤ 80 , 81-85, 86-90, 91-95 en > 95 dB(A) (L_{Aeq}).

Bij de verwerking van de onderzoeksgegevens zijn verschillende lawaai-expositiematen gebruikt. Het lawaainiveau is als expositiemaat gebruikt, waar verwacht kon worden dat eventuele effecten min of meer direct samen konden hangen met het huidige lawaainiveau.

De totale lawaai-blootstelling, een maat waarin lawaainiveau én expositieduur (in jaren) verdisconteerd zijn (zie 9.3.3.2), werd gebruikt waar effecten op lange termijn zoals gehoorverlies of bloeddrukveranderingen onderzocht werden. In een groot aantal gevallen werden beide maten gebruikt omdat zowel sprake kon zijn van effecten op korte als op lange termijn.

9.2.2. Analysemethoden en statistiek

Als associatiemaat is frequent gebruik gemaakt van de Pearson's product-moment correlatiecoëfficiënt r . Gebruik van de coëfficiënt r had het voordeel dat partiële correlaties konden worden berekend. Een nadeel van de coëfficiënt r is dat deze minder geschikt is voor niet-normale verdelingen en dat een gevoeligheid bestaat voor het verschil in aantal categorieën bij de twee variabelen en voor de marginale verdelingen. Hierdoor kan de grootte van r en daarmee van r^2 (de verklaarde variantie) een onder- of overschatting van het werkelijke verband geven (Van den Ende, 1971, p 258-259). In een groot aantal gevallen is de coëfficiënt r vergeleken met de non-parametrische Kendall's tau (t). Beide associatiematen bleken ondanks bovengenoemde beperkingen van r , in het algemeen zeer goed vergelijkbare waarden te geven, waarbij zoals te verwachten was tau een wat lagere waarde aannam dan r . Bij alle analyses met slechthorendheid, medicijngebruik en de wens tot werkverandering, is uitsluitend de Kendall's tau gebruikt, i.v.m. de scheve verdeling van de waarden of het beperkt aantal waarden bij deze variabelen.

Alle *toetsen* zijn uitgevoerd met $\alpha = .05$ tweezijdig getoetst, tenzij anders aangegeven. Omdat de verwachting luidde dat lawaai oorzaak was van gehoorverlies door lawaai en van oorsuizen, duizeligheid en heesheid, zijn deze verbanden eenzijdig getoetst.

Onderzocht is of de relatie tussen lawaai en de mogelijke effecten verstoord werd door bijv. leeftijdsinvloeden, of door het dragen van gehoorbescherming. Ook is nagegaan of andere arbeidsomstandigheden een versturende invloed konden hebben. Hierbij is bijv. gedacht aan de invloed van materiële en immateriële arbeidsomstandigheden op stressverschijnselen. Ook is gedacht aan de invloed van lange reistijden, belastende werkhoudingen en sport op de bloeddruk. Het is ook denkbaar dat andere arbeidsomstandigheden

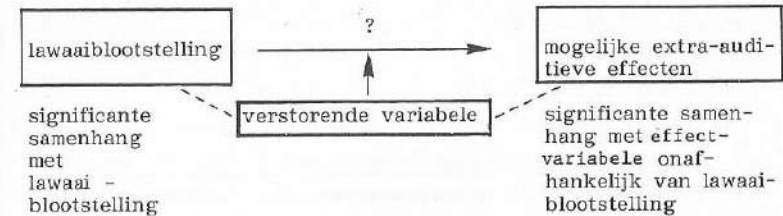
een (verstorende) invloed uitoefenen doordat lawaai-blootstelling geassocieerd is met arbeidsomstandigheden die leiden tot overplaatsingen of arbeidsongeschiktheid (selectie).

Een factor kan optreden als *verstorende variabele* (*confounder*) wanneer deze "geassocieerd is zowel met de bestudeerde expositie alsook onafhankelijk van de expositie (d.w.z. voor alle niveaus van de expositiefactor) een causale relatie vertoont met de bestudeerde ziekte" (Sturmans, 1982, p 187). Door rekening te houden met verstorende variabelen, kan het oorspronkelijke verband tussen lawaai en effect verklaard, versterkt of verzwakt worden. Het komt voor dat een associatie blijkt te bestaan tussen twee variabelen waar deze aanvankelijk niet leek te bestaan. Soms blijkt een associatie sterker of zwakker aanwezig binnen bepaalde waarden van de verstorende variabele. Het al dan niet werken in een slechte sfeer zou bijvoorbeeld de mate van lawaaihinder sterk kunnen beïnvloeden, en functioneert dan als *specificatie* van het verband tussen lawaai-blootstelling en hinder.

Om te onderzoeken of correcties nodig waren voor confounders is in de eerste plaats gezocht naar significante verbanden* tussen lawaai-blootstelling en de hiervoor genoemde potentieel verstorende variabelen (zie 9.3.5). Hierbij bleek bijvoorbeeld dat werken in ploegdienst meer voorkwam in hogere lawaainiveaus en bij een grotere totale lawaai-blootstelling.

Wanneer een significant verband gevonden werd tussen lawaai-blootstelling en een potentieel verstorende variabele, is voor alle effecten nagegaan of een causaal verband denkbaar was tussen de potentieel verstorende variabele en het effect, en of dit verband bestond bij alle of de meeste waarden van de lawaai-blootstelling ($P < .05$). Was dit het geval dan werd de variabele beschouwd als een verstorende variabele. Schematisch weergegeven:

*) alleen correlaties $r > .15$ of $r < -.15$ ($P < .05$) zijn nader onderzocht.



Het verband tussen lawaai-blootstelling en effect werd tenslotte onderzocht over alle niveaus van de verstorende variabele. Hieruit werden conclusies getrokken m.b.t. de houdbaarheid van het oorspronkelijk gevonden verband.

Schematisch weergegeven met een voorbeeld:

indien werkend in dagdienst: lawaai-blootstelling $\xrightarrow{?}$ bloeddruk
 indien werkend in ploegdienst: lawaai-blootstelling $\xrightarrow{?}$ bloeddruk

In geëigende gevallen is daarna nog een partiële correlatie uitgevoerd ter correctie van de verstorende variabele.

Het is op bovenstaande wijze niet mogelijk om op systematische wijze de invloed te onderzoeken van twee onafhankelijke variabelen tegelijkertijd op één effect-variabele. Interactie-effecten konden zodoende niet op directe wijze onderzocht worden.

Wel werd een aantal multiële regressie-analyses uitgevoerd, waardoor de invloed van verschillende variabelen, onafhankelijk van elkaar, op één afhankelijke variabele onderzocht kon worden. Van onderzoek naar interactie-effecten is afgezien o.a. omdat een aantal daarvoor in aanmerking komende variabelen niet onafhankelijk van elkaar gemeten waren.

9.3. Algemene Resultaten

9.3.1. *Populatie en respons*

Er is naar gestreefd om alle produktiemedewerkers per bedrijf of van de uitgekozen afdelingen te onderzoeken. In één bedrijf (G) werd de helft van alle produktiemedewerkers onderzocht. Het onderzoek was echter vrijwillig en was door elke BGD als een campagne, één week tot één maand durend, opgezet. De non-respons varieerde per bedrijf van 10 tot 32% en was gemiddeld 27% van de werknemers. De non-respons werd veroorzaakt door ziekte, vakantiedagen en taalproblemen. De nationaliteit van de werknemers was geen selectie criterium vooraf. Toch was sprake van een beperkte deelname van buitenlandse werknemers i.v.m. taalproblemen bij het invullen van de vragenlijst. De non-respons t.g.v. ziekte en nationaliteit kan dus een vertekening van de onderzoeksresultaten geven.

In totaal hebben 552 werknemers meegedaan aan het onderzoek. De vrouwelijke werknemers (n=13) zijn niet in de verdere analyse betrokken i.v.m. de moeilijke vergelijkbaarheid van de bloeddruk en andere medische parameters. Het aantal deelnemende vrouwelijke werknemers was te gering voor een afzonderlijke analyse zoals aanvankelijk het plan was. De mannelijke buitenlandse werknemers (n=20) zijn wél in de analyse betrokken, ervan uitgaande dat voldoende assimilatie aan de Nederlandse situatie was ontstaan.

De leeftijdsverdeling van de deelnemers is nauwelijks afwijkend van de leeftijdsverdeling van de mannen werkzaam in loondienst in "ambachts-, industrie- en transportberoepen en aanverwante functies" volgens de CBS-Arbeidskrachtentelling 1977 (CBS, 1980, inclusief werklozen en werknemers in ziektewet, exclusief gepensioneerd en arbeidsongeschikten zonder werk), zie tabel 9.1.

Tabel 9.1

Leeftijdsverdeling van de deelnemers en van de CBS Arbeidskrachtentelling 1977

leeftijd	onderzoekspopulatie		CBS
	%		%
< 25 jaar	21%		21%
25-34 jaar	31%		32%
35-49 jaar	33%		31%
40-54 jaar	9%		
55-59 jaar	5%		
60-65 jaar	1%		
> 50 jaar	15%	15%	16%
	100%		100%

In beide gevallen was sprake van opvallend weinig oudere werknemers. Volgens de Arbeidskrachtentelling 1977 neemt de uitstroom uit de (totale) beroepsbevolking toe vanaf het 55e jaar. Iets meer dan de helft hiervan wordt veroorzaakt door pensionering, iets minder dan de helft door arbeidsongeschiktheid. Anders gezegd: in 1977 had 92% van de mannelijke beroepsbevolking van 25-49 jaar een beroep als voornaamste bezigheid, in de leeftijdsgroep 50-64 jaar was dit nog slechts 72%. Het trekken van conclusies m.b.t. lange termijn effecten van lawaai moet daarom met de nodige voorzichtigheid gebeuren.

9.3.2. *Vragenlijst*

In Bijlage 5 zijn de vragen en de antwoordpercentages vermeld. Een drietal indexen werden samengesteld (zie Bijlage 6). Van de antwoorden op vraag 15, naar trillingen, verlichting, klimaat etc. is een *fysisch-chemische arbeidsomstandighedenindex* gemaakt, die aangeeft of sprake is van veel negatief gewaardeerde arbeidsomstandigheden van deze aard. Tussen diverse lawaaihinderaspecten werd een positief verband gevonden. Uit zeven lawaaihindervragen is

daarom één *lawaaihinderindex* geconstrueerd. De klachten moeheid, gespannenheid of nervositeit, prikkelbaarheid, concentratiemoeilijkheden en meer fouten gaan maken, bleken onderling duidelijk samen te hangen en zijn tot één index gemaakt. Omdat genoemde klachten van psychische aard zijn en als specifieke reacties op externe belasting te beschouwen zijn, is gekozen voor de naam "*psychische stressverschijnselenindex*", in de tekst vaak afgekort weergegeven als "*stressverschijnselen*" (met de klacht moeheid kan overigens ook lichamelijke vermoeidheid aangegeven zijn).

9.3.3. *Lawaai blootstelling*

9.3.3.1. *Huidig lawaainiveau*

Om het huidige lawaainiveau te meten, zijn in totaal 126 lawaaidosismetingen (L_{Aeq}) verricht. Alle werknemers werden in een lawaainiveauklasse ingedeeld (tabel 9.2), op basis van de lawaaidosismetingen en andere reeds beschikbare lawaaimetgegevens.

Tabel 9.2

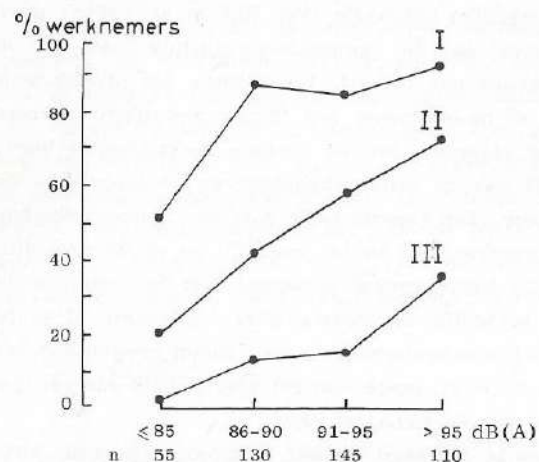
Indeling werknemers naar gemeten lawaainiveau.

lawaainiveau	% van de werknemers
< 80 dB(A)	2%
81-85 dB(A)	11%
86-90 dB(A)	28%
91-95 dB(A)	33%
> 95 dB(A)	25%

*) In de latere bewerkingen zijn de lawaainiveaueklassen in de klasse ≤ 80 dB(A) en 81-85 dB(A) samengevoegd tot de klasse ≤ 85 dB(A), gezien het geringe aantal werknemers in de klasse ≤ 80 dB(A).

In de oorspronkelijke publicatie (Van Dijk et al, 1982b) staan de lawaaimetresultaten en de lawaainiveau-indeling van de meest voorkomende functies per bedrijf. Werknemers die produktiemachines bedienden of bewerkingen met handgereedschap uitvoerden, stonden over het algemeen aan de hoogste lawaainiveaus bloot. In een enkel bedrijf was de geluidsexpositie van de technische dienst eveneens zeer hoog. Een tussenpositie nam de transportafdeling in. Lagere niveaus kwamen voor in het magazijn en op de expeditieafdelingen en bij het leidinggevend personeel. Uit de verschillende lawaainiveaus bij verschillende soorten werk valt reeds af te leiden dat bepaalde arbeidsomstandigheden samen zullen hangen met het lawaainiveau. Van de werknemers was 86% blootgesteld aan een gemiddeld lawaainiveau van 86 dB(A) of meer.

De werknemers is gevraagd om zelf te schatten in welk lawaainiveau op dat moment gewerkt werd, waarbij een aantal voorbeelden gegeven werden. Deze *lawaaischatting* bleek beïnvloed te worden door het lawaainiveau, maar ook door hindergevoelens van lawaai (zie 9.5.2).



I: percentage werknemers met als schatting tamelijk veel, veel of erg veel lawaai

II: percentage werknemers met als schatting veel of erg veel lawaai

III: percentage werknemers met als schatting erg veel lawaai

Figuur 9.1. Percentage werknemers met een bepaalde lawaainiveau-schatting per gemeten lawaainiveau

Daarom is de lawaaischatting alleen als lawaablootstellingsmaat gebruikt waar meetgegevens ontbraken, zoals bij lawaaiexpositie in vorige banen.

Met toenemend lawaainiveau nam de lawaaischatting toe ($r = .37$, $P < 0.5$, $n = 440$), zie figuur 9.1. De desondanks bestaande verschillen tussen de meting en de schatting kunnen ten dele te wijten zijn aan de invloed van hindergevoelens op de schatting, ten dele aan een aantal schattingen die de werkelijkheid juist weergaven dan de lawaaimeting, die immers berust op beperkte meetgegevens. Nog belangrijker waarschijnlijk is het gegeven dat een L_{Aeq} -meting niet eenvoudigweg vergelijkbaar kan zijn met het antwoord op de vraag welk lawaainiveau regelmatig voorkomt op het werk, omdat de L_{Aeq} -meting sterk beïnvloed wordt door hoge lawaainiveaus gedurende een beperkt deel van de dag.

9.3.3.2. Totale lawaablootstelling

Om de totale lawaablootstelling waaraan de werknemer tijdens zijn werk blootgesteld geweest is weer te geven, dienen lawaainiveau én blootstellingsduur in de beschouwing betrokken te worden.

Wanneer aangenomen mag worden dat het lawaainiveau op de diverse afdelingen de laatste jaren niet wezenlijk veranderd is, dan kunnen recente lawaainiveaumetingen (L_{Aeq}) gebruikt worden als uitgangspunt voor de bepaling van de totale lawaablootstelling. Genoemde aanname wordt ondersteund door de betrekkelijk korte gemiddelde arbeidsduur van de werknemers op de huidige afdeling (mediaan 6.2 jaar). Het aantal jaren dat gewerkt is op de huidige afdeling en elders, is gebruikt als *blootstellingsduur*. Het samenstellen van een maat voor de totale lawaablootstelling uit lawaainiveau en blootstellingsduur, is een tamelijk willekeurige zaak voor wat betreft extra-auditieve effecten van lawaai. Daarom is voor verschillende benaderingen gekozen.

In eerste instantie is de analyse beperkt tot werknemers zonder lawaablootstelling anders dan op de huidige afdeling. Een selectie werd gemaakt van de werknemers die direct van school op de huidige afdeling waren gaan werken of voordien alleen in een "stil" bedrijf (afdeling) gewerkt hadden (geen of matig lawaai volgens eigen opgave) ($n=274$).

De eerste benadering is vervolgens uitgegaan van een mogelijke analogie tussen extra-auditieve effecten van lawaai en gehoorverlies door lawaai. Burns en Robinson (1970) hebben via empirisch onderzoek het equal-energy-principe ontdekt: een bepaalde hoeveelheid geluidsenergie geeft een bepaalde mate van gehoorverlies, ongeacht de concrete invulling van lawaainiveau en blootstellingsduur (binnen zekere grenzen). Dit geldt met name voor groepen werknemers en minder voor individuen, gezien de grote interindividuele verschillen in gevoeligheid voor lawaaidoofheid. Burns en Robinson vonden de onderstaande formule. Deze formule werd door hen het meest geschikt geacht om de mate van lawaaidoofheid te voorspellen:

geluidsenergie = energetisch gemiddeld geluidsniveau (8 uren-gemiddelde) in dB(A) (+3.7) + 10 maal log blootstellingsduur (jaren).

Deze formule is overgenomen met de lawaainiveauklasse als gemiddeld geluidsniveau en het aantal jaren blootstelling als blootstellingsduur. Deze maat wordt verder aangeduid als 'EE' (*Equal Energy*). De grote inbreng van het lawaainiveau, met name gedurende de eerste blootstellingsjaren, komt overeen met het empirisch gegeven dat het gehoorverlies met name in de eerste jaren erg snel toeneemt, afhankelijk van het lawaainiveau.

Als tweede maat is gebruikt het simpele produkt van het lawaainiveau* maal de blootstellingsduur (jaren), aangeduid als $N \times D$ (*niveau maal duur*). Deze maat is geconstrueerd om een grotere inbreng van de blootstellingsduur te realiseren vergeleken met het EE-model en een geringere inbreng van het verschil in lawaainiveau.

Als voorbeeld is te geven dat één jaar arbeid bij 100 dB(A) in het EE-model gelijk staat aan 10 jaar arbeid bij 90 dB(A). In het $N \times D$ -model levert één jaar arbeid bij 100 dB(A) een score van 5, en 10 jaar arbeid bij 90 dB(A) een score van 30. De gemiddelde score voor EE bedroeg 102.7 (s.d. 6.67, $n=262$), bijvoorbeeld overeenkomend met iets meer dan 10 jaar blootstelling aan 86-90 dB(A). De mediane $N \times D$ -score bedroeg 27.0 ($n=262$).

De helft van alle werknemers had echter minstens één baan met tamelijk veel of veel lawaai vóór de huidige baan. Om de totale blootstelling voor *alle werknemers* te benaderen moest de lawaaischatting als uitgangspunt genomen worden. Gekozen is voor de formule lawaainiveauschatting** maal blootstellingsduur (in jaren), opgeteld over de verschillende banen, aangeduid als $S \times D$ (*schatting x duur*). Bijvoorbeeld tien jaar arbeid in "tamelijk veel lawaai" elders plus twee jaar arbeid in "erg veel lawaai" in de huidige baan levert een lawaablootstellingsscore van 10×3 plus 2×5 is 40. De

*) als score is gekozen voor

< 80 dB(A)	= 1 lawaainiveau (L_{Aeq})
81 - 85 dB(A)	= 2
86 - 90 dB(A)	= 3
91 - 95 dB(A)	= 4
> 95 dB(A)	= 5

**) als score is gekozen voor:

geen of weinig lawaai	= 1
matig lawaai	= 2
tamelijk veel lawaai	= 3
veel lawaai	= 4
erg veel lawaai	= 5

mediane score bedroeg 44.7 ($n=429$). Een nadeel van deze benaderingswijze is de invloed van lawaaihinder op de lawaainiveauschatting en daardoor op $S \times D$.

Samenvattend: Als lawaablootstellingsmaten werden gehanteerd:

1. *lawaainiveau* (L_{Aeq}) het gemiddelde niveau over 8 uur, vooral op basis van persoonlijke lawaaidosismetingen
2. *lawaaischatting* (geen - erg veel), op basis van vraag 8
3. *blootstellingsduur* (jaren), op basis van vraag 7
4. *totale lawaablootstelling* (EE), lawaainiveau (+3.7) + 10 log blootstellingsduur*
5. *totale lawaablootstelling* ($N \times D$), lawaainiveau maal blootstellingsduur*
6. *totale lawaablootstelling* ($S \times D$), lawaaischatting maal blootstellingsduur, opgeteld over alle banen/afdelingen, waar een werknemer gewerkt heeft.

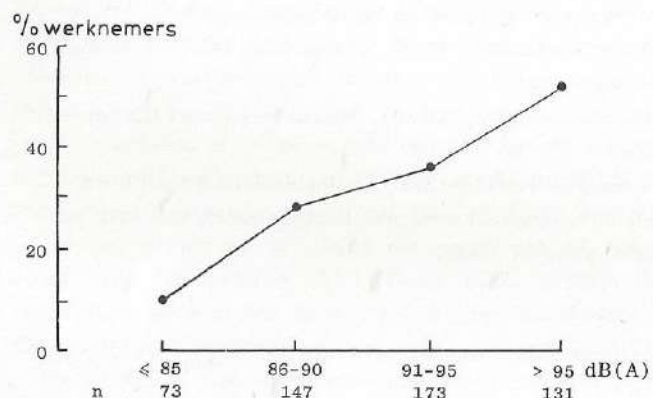
De meest gebruikte maten zijn het lawaainiveau (L_{Aeq}) en de totale lawaablootstelling EE.

*) Uitsluitend van toepassing op werknemers zonder lawaablootstelling anders dan op de huidige afdeling.

9.3.4. Gehoorbescherming

Gehoorbescherming werd door 33% altijd of meestal gedragen. In hoge lawaainiveaus werd meer bescherming gedragen (figuur 9.2) ($r = .38$, $P < .05$, $n=524$).

Oudere werknemers bleken minder gehoorbescherming te gebruiken ($r = -.27$, $P < .05$, $n=523$). Hinder van lawaai bleek het dragen van gehoorbescherming te stimuleren (zie 9.5.6).



Figuur 9.2 Percentage werknemers dat altijd of meestal gehoorbescherming draagt per lawaainiveau.

Er werd geen verband gevonden tussen het dragen van gehoorbescherming en de mate van gehoorverlies door lawaai (vgl. 8.3.6.1). Onderzoek naar het werkelijke effect van gehoorbescherming vergt echter een longitudinale onderzoeksopzet. Het is bijvoorbeeld niet onmogelijk dat juist werknemers met grote gehoorverliezen zich tegen lawaai zullen willen beschermen om verergering van het gehoorverlies te voorkomen. In dat geval zullen juist werknemers met grote gehoorverliezen gehoorbescherming dragen.

In werkelijkheid beschermen oorkappen e.d. wél in zekere mate tegen het binnendringen van lawaai via de oren, de lawaai-immissie. Het is daarom noodzakelijk dat bij onderzoek naar effecten van lawaai rekening gehouden wordt met de invloed van gebruik van gehoorbescherming, zeker wanneer gehoorbescherming op grote schaal gedragen wordt.

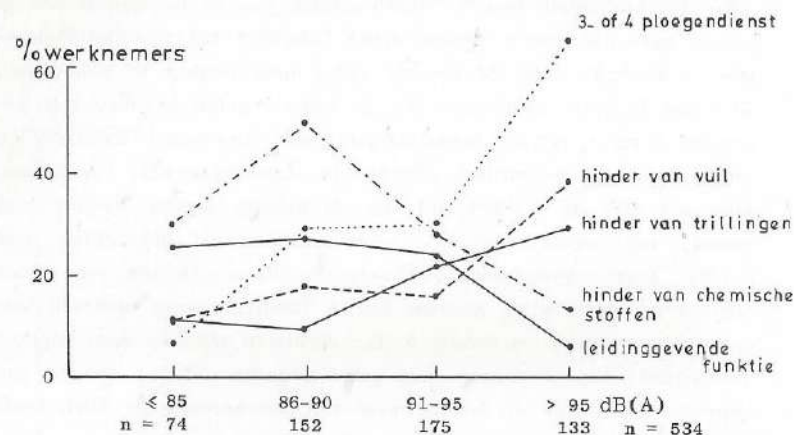
In dit onderzoek leek de vermindering van de lawaai-immissie in eerste instantie niet zo groot omdat "slechts" 33% van de werknemers vermeldde altijd of meestal gehoorbescherming te gebruiken. Niet onbelangrijk is echter dat de meeste gehoorbescherming gedragen werd in hogere lawaainiveaus, waar de meeste auditieve en wellicht ook extra-auditieve effecten te verwachten zijn. Van belang lijkt ook dat de werknemers die de meeste hinder hadden van lawaai, het meest frequent gehoorbescherming gebruikten (zie 9.5.6). Eerste symptomen van extra-auditieve effecten van lawaai zouden op deze wijze kunnen leiden tot frequenter gebruik van gehoorbescherming, waardoor extra-auditieve effecten weer kunnen verdwijnen! Het is daarom heel goed mogelijk dat het dragen van gehoorbescherming een zekere mate van bescherming geboden heeft tegen auditieve en extra-auditieve effecten van lawaai.

9.3.5. Lawaai en andere arbeidsomstandigheden, leeftijd en gehoorbescherming

Bij de analyse van de gegevens is getracht om rekening te houden met versturende variabelen (zie 9.2.2). Dit vond plaats in verschillende fasen. In de eerste fase is gezocht naar verbanden tussen lawaainiveau en totale lawaai-blootstelling (EE) enerzijds en potentiële versturende variabelen anderzijds. Of ook werkelijk sprake was van versturende variabelen, werd onderzocht bij elk van de potentiële effecten van lawaai (zie 9.4).

Het lawaainiveau bleek negatief samen te hangen met het vervuilen van een leidinggevende functie en met hinder van chemische stoffen, en positief met werken in ploegendienst, met hinder van

trillingen en vuil en met dragen van gehoorbescherming*. In het algemeen was sprake van een zekere lineariteit in toe- of afname met het lawaainiveau. Alleen hinder van chemische stoffen vertoont geen lineair verband (figuur 9.3). Hinder hiervan kwam m.n. veel voor in lawaainiveau 86-90 dB(A).



Figuur 9.3 Percentage werknemers met hinder van of werkend in bepaalde arbeidsomstandigheden, per lawaainiveau.

Met een toenemende totale lawaablootstelling (EE) hing samen een hogere leeftijd ($r = .42$, $P < .05$), meer ploegdienst, meer hinder van vuil werk, minder sportbeoefening en minder hinder van chemische stoffen**.

*) alleen correlaties $r > .15$ of $r < -.15$ ($P < .05$, $n=534$) zijn weer-gegeven en nader onderzocht.

**) alleen correlaties $r > .15$ of $r < -.15$ ($P < .05$, $n=262$) zijn weer-gegeven en nader onderzocht

9.4. Effecten van lawaablootstelling

9.4.1. Lawaablootstelling en gehoorverlies door lawaai

Van de onderzochte werknemers had 12.5% oorpathologie, anders dan door lawaai veroorzaakt ("andere oorpathologie"). Bij alle vergelijkingen waarin de mate van gehoorverlies door lawaai betrokken was, zijn deze werknemers buiten beschouwing gelaten. De mate van gehoorverlies door lawaai is bij elke werknemer vastgesteld als het grootste gehoorverlies over 3, 4 of 6 KHz voor het linker of rechter oor, na correctie voor presbycusis volgens Spoor (1972). I.v.m. latere berekeningen is het gehoorverlies ingedeeld in vier klassen:

≤ 15 dB, 16-40 dB, 41-65 dB en meer dan 65 dB (zie Bijlage 7).

Meer dan de helft van de onderzochte werknemers bleek een zekere mate van gehoorverlies door lawaai te hebben (tabel 9.3).

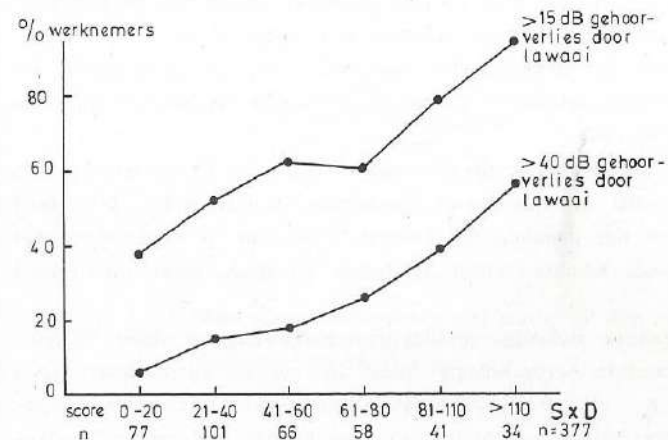
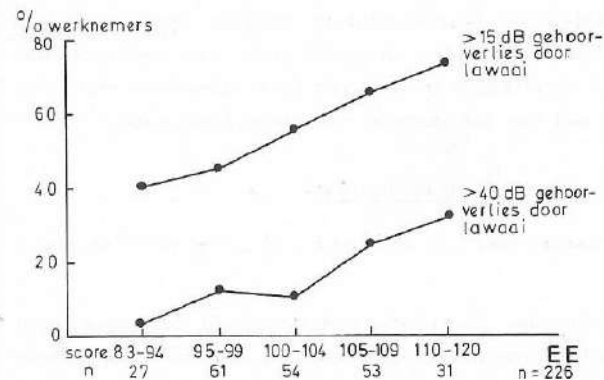
Tabel 9.3

Percentage werknemers met gehoorverlies door lawaai, na correctie volgens Spoor en na uitsluiting van andere oorpathologie.

	n	% werknemers
gehoorverlies		
geen ≤ 15 dB(A)	195	42
matig 16-40 dB(A)	173	37
veel 41-65 dB(A)	84	18
erg veel > 65 dB(A)	15	3
onbekend	5	100%
totaal	472	

Het gehoorverlies door lawaai nam, zoals te verwachten was, toe met de totale lawaablootstelling (EE, $N \times D$, $S \times D$: resp. $r = .26$ ($n=226$), $r = .30$ ($n=226$), $r = .36$ ($n=377$); $P < .05$ eenz.) (figuur 9.4).

Opvallend is het hoge percentage werknemers met een (matig) gehoorverlies bij weinig lawaai-blootstelling. Dit komt overeen met de bevinding in de bedrijfsgezondheidszorg dat veel jongeren die voor het eerst gaan werken, reeds gehoorverliezen hebben dus zonder dat van lawaai-blootstelling op het werk sprake was. Voor een deel is het hoge percentage wellicht ook toe te schrijven aan kortdurende blootstelling (een paar maanden) aan hoge lawaainiveaus op het werk bij bijzonder gevoelige werknemers.



Figuur 9.4 Percentage werknemers met meer dan 15 resp. 40 dB gehoorverlies door lawaai, per lawaai-blootstellingsklasse EE en SxD.

Een zeer hoge correlatie tussen de totale lawaai blootstelling en gehoorverlies door lawaai mag niet verwacht worden, wanneer gehoorverlies per individu als analyse-eenheid gekozen wordt, vanwege grote interindividuele verschillen in gevoeligheid voor lawaaidofheid en presbycusis, de storende invloed van de audiometriedrempel van 15 dB en de invloed van het gebruik van gehoorbescherming.

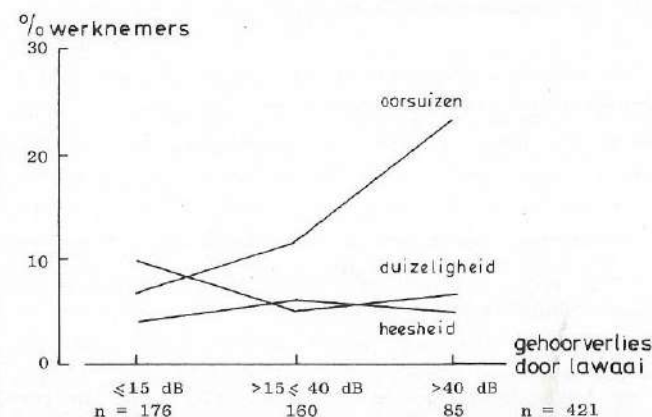
9.4.2. Oorsuizen, duizeligheid en heesheid

9.4.2.1. Gehoorverlies door lawaai, oorsuizen, duizeligheid en heesheid

Tussen gehoorverlies door lawaai en de klacht oorsuizen werd een duidelijk verband gevonden ($r = .18$, $P < .05$, $n=421$; onafhankelijk van de leeftijd). Van de werknemers met minder dan of gelijk aan 15 dB gehoorverlies door lawaai had 7%, van de werknemers met meer dan 40 dB gehoorverlies door lawaai had 22% last van oorsuizen (figuur 9.5). Dit wijst op een samenhang tussen lawaai blootstelling en oorsuizen, hetgeen in overeenstemming is met de verwachting en met het gegeven dat tweederde van de werknemers met oorsuizen vindt dat lawaai een mede-oorzaak is van de klachten (zie Bijlage 5, vr. 34).

Tussen gehoorverlies door lawaai en de klachten duizeligheid en heesheid werd geen verband gevonden (figuur 9.5). Dit stemt overeen met het gegeven dat "slechts" 18% van de werknemers met een van beide klachten vindt dat lawaai de klacht mede veroorzaakt heeft.

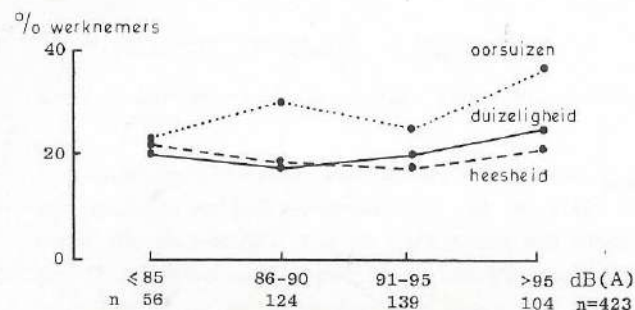
Oorsuizen en duizeligheid bleken beide overigens samen te hangen met 'andere oorpathologie' (dan door lawaai veroorzaakt) ($r = .30$ resp. $r = .16$, $P < .05$, $n=485$). Werknemers met andere oorpathologie zijn daarom buiten beschouwing gelaten bij verdere analyse m.b.t. beide klachten.



Figuur 9.5 Percentage werknemers met matig tot erg veel last van oorsuizen, duizeligheid en heesheid, naar de mate van gehoorverlies door lawaai.

9.4.2.2. Lawaai blootstelling, oorsuizen, duizeligheid en heesheid

Tussen het lawaainiveau en oorsuizen is een (zij het zwak) verband gevonden ($r = .11$, $P < .05$ eenz., $n=423$); met duizeligheid en heesheid werd daarentegen geen verband gevonden (figuur 9.6). Analyses waarbij de mogelijke invloed van versturende variabelen onderzocht werden (zie 9.2.2), leverden geen nieuwe gezichtspunten op.



Figuur 9.6. Percentage werknemers met een beetje tot erg veel last van oorsuizen, duizeligheid en heesheid (na uitsluiting van 'andere oorpathologie' bij de klachten oorsuizen en duizeligheid) per lawaainiveau.

Tussen de totale lawaai-blootstelling (EE, NxD, SxD) en oorsuizen, duizeligheid en heesheid bestond geen significant verband, ook niet na uitsluiting van andere oorpathologie. Correctie voor de invloed van versturende variabelen zoals andere arbeidsomstandigheden, leverde wederom geen nieuwe gezichtspunten op. Het niet vinden van een verband tussen de totale lawaai-blootstelling en oorsuizen is in tegenstelling met de verwachting, na het vinden van een duidelijk verband tussen gehoorverlies door lawaai en oorsuizen. De verklaring moet wellicht voor een deel gezocht worden in de grote interindividuele spreiding van gehoorverlies door lawaai bij gelijke totale lawaai-blootstelling. Daarbij komt dan nog de niet geringe spreiding van de klacht oorsuizen bij gelijk gehoorverlies door lawaai, zodat uiteindelijk geen significant verband meer aanwezig is tussen de totale lawaai-blootstelling en de klacht oorsuizen. Het wél gevonden (zwakke) positieve verband tussen lawaainiveau

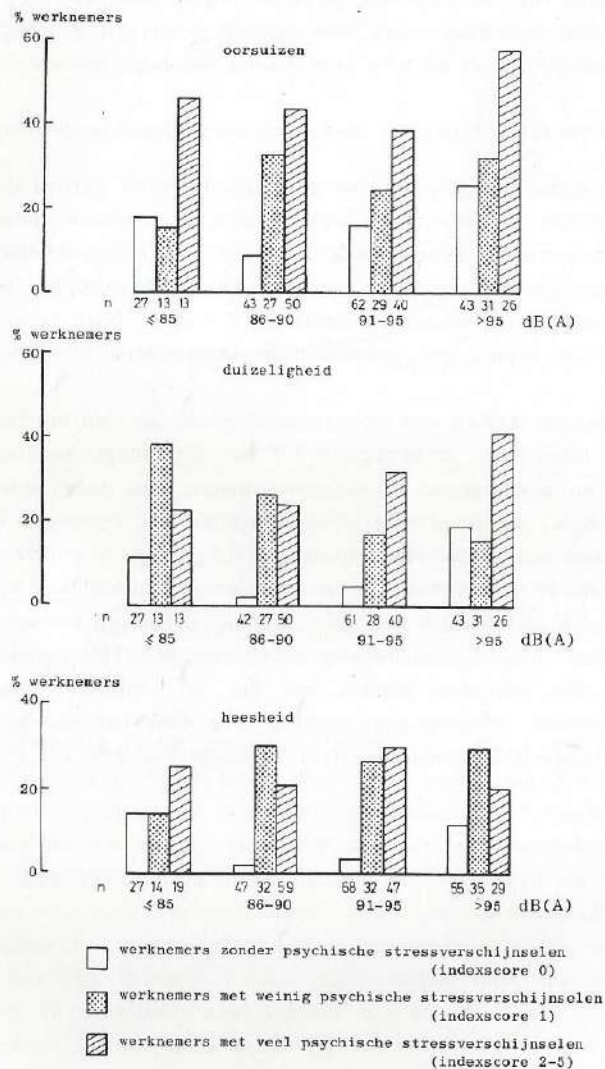
en oorsuizen, wijst er vermoedelijk op dat bij de beantwoording van de vraag naar oorsuizen onder meer gedacht is aan het voorbijgaan-de oorsuizen tijdens of kort na blootstelling aan hoge lawaainiveaus.

9.4.2.3. Stressverschijnselen, oorsuizen, duizeligheid en heesheid

Tussen stressverschijnselen en genoemde klachten werden duidelijke verbanden gevonden*. Bovendien werd een verband gevonden tussen oorsuizen en gebruik van hoofdpijn- en slaapmiddelen, en tussen duizeligheid en gebruik van middelen tegen hoofdpijn, maagklachten, nervositeit en hoge bloeddruk ($P < .05$). Deze verbanden wijzen op het belang van psychosociale componenten bij genoemde klachten.

Om zowel de invloed van stressverschijnselen als van het lawaainiveau te laten zien, is in figuur 9.7 het percentage werknemers met klachten weergegeven in elk lawaainiveau, per groep werknemers met geen, weinig of veel stressverschijnselen. Opvallend is de grote invloed van stressverschijnselen en de geringe of ontbrekende invloed van het lawaainiveau. Correctie voor de invloed van stressverschijnselen leverde dan ook geen nieuwe gezichtspunten op voor het verband tussen lawaainiveau en oorsuizen, duizeligheid en heesheid. Een probleem hierbij was dat een optimale correctie m.b.v. partiële correlatie niet mogelijk was door het niet-lineaire verband tussen lawaainiveau en stressverschijnselen (zie 9.4.3).

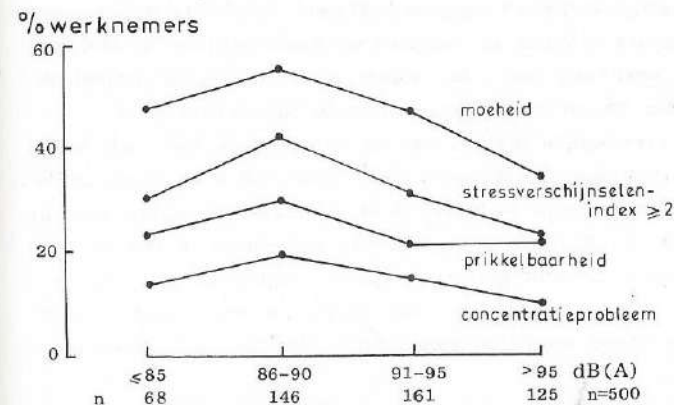
*) stressverschijnselenindex x oorsuizen, duizeligheid, heesheid:
 $r = .34$ resp. $.30$, $.20$; $P < .05$, $n=462$



Figuur 9.7. Verband tussen het percentage werknemers met een beetje tot erg veel last van oorsuizen, duizeligheid en heesheid (na uitsluiting van 'andere oorpathologie' bij de klachten oorsuizen en duizeligheid) en stressverschijnselen per lawaainiveau.

9.4.3. Lawaai blootstelling en stressverschijnselen

Er werd een tendens tot daling gevonden van het percentage werknemers met stressverschijnselen bij een toenemend lawaainiveau*. Uit figuur 9.8 blijkt dat het hoogste percentage werknemers met stressverschijnselen werkzaam is bij 86-90 dB(A).



Figuur 9.8. Percentage werknemers met matig tot erg veel last van moeheid, prikkelbaarheid, concentratieproblemen en stressverschijnselen (index), per lawaainiveau.

Bij onderzoek naar mogelijke versturende variabelen (zie 9.2.2), werd een opvallend verband gevonden tussen stressverschijnselen en hinder van chemische stoffen ($r = .31$, $P < .05$, $n=464$). Hinder van chemische stoffen bleek vooral bij 86-90 dB(A) veel voor te komen (figuur 9.2) en functioneerde waarschijnlijk als kenmerk voor de bedrijven A en F: in beide bedrijven werd veel met chemische stoffen of oplosmiddelen gewerkt en veel werknemers bij 86-90

*) lawaainiveau x moeheid, gespannenheid, prikkelbaarheid, concentratieproblemen, fouten maken, stressverschijnselenindex: resp. $r = -.07$ (n.s.), $r = -.16$ ($P < .05$), $r = -.08$ (n.s.), $r = -.07$ (n.s.), $r = -.08$ (n.s.), $r = -.10$ ($P < .05$, $n=500$).

dB(A) waren werkzaam bij deze twee bedrijven. Tegelijkertijd bleken in deze twee bedrijven uitzonderlijk veel stressverschijnselen aanwezig te zijn (gemiddelde indexscore 1.65 vergeleken met 0.96 als gemiddelde voor de overige bedrijven, T-test; $P < .05$). De oorzaak van deze stressverschijnselen was niet eenvoudig te onderzoeken. Opvallend was wel dat in beide bedrijven gezamenlijk, meer hinder bestond van een reeks van arbeidsomstandigheden zoals werkplekverlichting, temperatuurswisselingen, stank, chemische stoffen, trappen lopen, lange reistijden en tijdsdruk (vergeleken met de overige bedrijven, gepaard T-test; $P < .05$). Wellicht was van belang dat 65% van de werknemers van bedrijf F in vierploegdienst werkzaam was. Er waren geen belastende arbeidsomstandigheden die *minder* voorkwamen in de bedrijven A en F.

Om de versturende invloed van de vermoedelijk niet door lawaai veroorzaakte stressverschijnselen in de bedrijven A en F te controleren, is apart voor de bedrijven A en F gezamenlijk alsook voor de bedrijven B, C, D, E en G gezamenlijk, onderzocht of een verband bestond tussen lawaainiveau en stressverschijnselen. Er werd geen significant verband gevonden. Het eerder geconstateerde (zwak) negatieve verband werd dus vermoedelijk niet door het lawaainiveau veroorzaakt.

Tussen de *totale lawaablootstelling* (EE, NxD, SxD) en stressverschijnselen werd geen significant verband gevonden. Analyses om rekening te houden met versturende variabelen, leverden geen nieuwe gezichtspunten op.

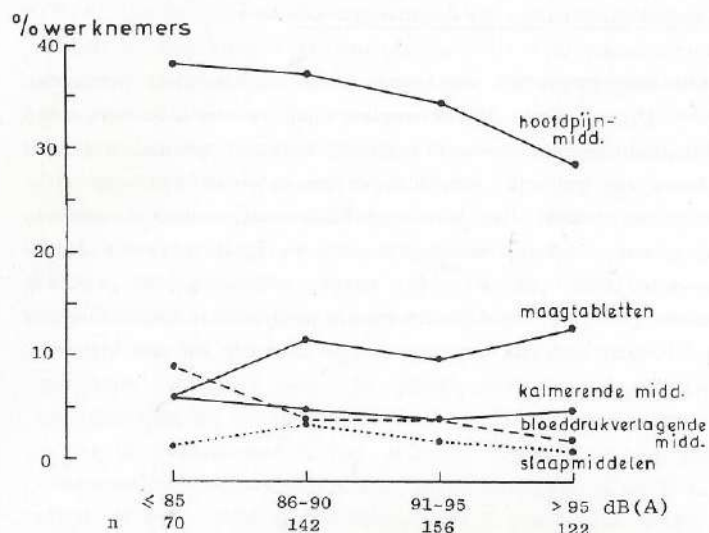
De meerderheid (57%) van de werknemers met concentratieproblemen vond zelf desgevraagd, dat deze problemen mede door lawaai veroorzaakt werden. Van de werknemers met klachten van resp. moeheid, gespannenheid, prikkelbaarheid en fouten maken, vond resp. 25%, 35%, 37% en 37% lawaai een mede-oorzaak (zie Bijlage 5). Deze bevindingen lijken in tegenspraak met bovenstaande conclusie, waaruit blijkt dat tussen stressverschijnselen en lawaablootstelling geen verband bestaat. In de discussie (zie 9.6) wordt deze tegenstelling uitgebreid besproken.

9.4.4. Lawaablootstelling en medicijngebruik

Tussen medicijngebruik en *lawaainiveau* werden geen verbanden gevonden* (figuur 9.9). Bij onderzoek naar versturende variabelen werd bij leidinggevendenden een negatief verband gevonden tussen lawaainiveau en gebruik van bloeddrukverlagende middelen ($t = -.22$, $P < .05$, $n=100$). Dit is vermoedelijk verklaarbaar vanuit een loopbaan-effect: oudere leidinggevendenden werkten meer in lagere lawaainiveaus ($r = -.22$, $P < .05$, $n=107$). Bij de gehele populatie was daarentegen geen significante relatie aantoonbaar tussen leeftijd en lawaainiveau, al bleek het percentage ouderen wel wat hoger bij 85 dB(A)**.

*) Het medicijngebruik, gevraagd in aantal dagen gebruik per jaar, is i.v.m. een te grote invloed van zeer frequente gebruikers gerecodeerd als volgt: alle medicijnen: 0 dagen = 0, kalmerende middelen/maagtabletten/slaapmiddelen 1 t/m 5 dagen = 1, > 5 dagen = 3; hoofdpijnmiddelen 1 t/m 10 dagen = 1, >10 dagen = 2; bloeddrukverlagende middelen: >0 dagen = 1.

**) % werknemers ≥ 50 jaar in ≤ 85 dB(A): 23%
 86-90 dB(A): 14%
 91-95 dB(A): 15%
 >95 dB(A): 13%



Figuur 9.9. Percentage werknemers dat medicijnen gebruikt, per lawaainiveau.

Bij een grotere totale lawaai-blootstelling (EE, NxD) werden niet significant meer of minder medicijnen gebruikt. De totale lawaai-blootstelling (SxD) correleerde positief met het gebruik van bloed-drukverlagende middelen, waarschijnlijk t.g.v. het verband tussen SxD en leeftijd enerzijds en het verband tussen leeftijd en bloed-drukverlagende middelen anderzijds*.

Bij onderzoek naar versturende variabelen werden evenmin verbanden gevonden tussen de totale lawaai-blootstelling en medicijn-gebruik.

*) SxD x bloeddrukverlagende middelen: $t=.14$, $P<.05$, $n=401$
 SxD x leeftijd $r=.78$, $P<.05$, $n=428$
 leeftijd x bloeddrukverlagende middelen $t=.10$, $P<.05$, $n=489$

Het lage percentage oudere werknemers in het onderzoek (tabel 9.1) is een aanwijzing voor het ontbreken van oudere werknemers met gezondheidsklachten in het productieproces. De kans is groot dat deze werknemers afwezig zijn i.v.m. vervroegde pensionering, afvloeiingsregelingen, ziekte, WAO of overlijden. In een transversaal onderzoek is dan de mogelijkheid aanwezig dat bepaalde ziekte-verschijnselen toe lijken te nemen tot een bepaalde leeftijd, waarna de opgetreden selectie verantwoordelijk kan zijn voor gelijkblijvende of zelfs afnemende percentages werknemers met klachten op hogere leeftijd. Getracht is om dit effect te voorkomen door de analyse te herhalen voor werknemers jonger dan 45 jaar. Er werden echter wederom geen significante verbanden gevonden tussen lawaai-blootstelling (EE, NxD) en geneesmiddelengebruik.

Geneesmiddelengebruik (hoofdpijn- en maagtabletten) hield daarentegen wel verband met tijdsdruk ($t=.10$ en $t=.09$, $P<.05$, $n=486$) en de fysisch-chemische arbeidsomstandighedenindex ($t=.07$ en $t=.08$, $P<.05$, $n=488$). Een sterker verband werd gevonden tussen geneesmiddelengebruik en stressverschijnselen (met uitzondering van bloeddrukverlagende middelen)*. Dit verband is overigens een aanwijzing voor de validiteit van de stressverschijnselenindex.

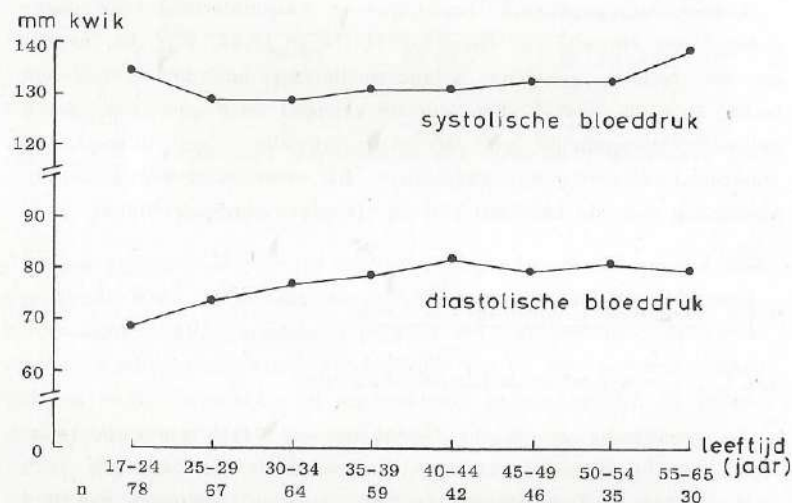
9.4.5. Lawaai-blootstelling en bloeddruk

9.4.5.1. Correcties op de bloeddrukwaarden

De gemiddelde systolische bloeddruk was 131.9 mm kwik (s.d. 13.81), de gemiddelde diastolische bloeddruk was 76.5 mm kwik (s.d. 12.36). Het gemiddelde relatieve gewicht (Quételet) was 24.4 (s.d. 2.83).

*) stressverschijnselen x kalmerende middelen, hoofdpijn-, maag- en slaaptabletten: resp. Kendall's $t=.16$, $t=.16$, $t=.16$ en $t=.09$; $P<.05$, $n=440$.

Tussen de bloeddruk en het relatief gewicht bestond een verband*. Opvallend was het ontbreken van een lineair verband tussen de systolische bloeddruk en de leeftijd*. Uit figuur 9.10 blijkt dat ouderen én jongeren gemiddeld een wat hogere systolische bloeddruk hadden. Wellicht is bij de jongeren sprake van een nerveuze component. Opvallend is ook dat de gemiddelde diastolische bloeddruk niet meer steeg boven de leeftijdsgroep van 40-44 jaar, wat weer kan wijzen op een selectieproces (in 's-Hertogenbosch werd zelfs een lagere bloeddruk gevonden bij 55-64 jarigen in vergelijking met 45-54 jarigen, zie 6.3.1).



Figuur 9.10. Gemiddelde systolische en diastolische bloeddruk per leeftijdsklasse.

*) syst. bloeddruk x rel. gewicht resp. leeftijd:
 $r = .28$, $P < .05$ resp. $r = .07$ n.s., $n = 421$.
 diast. bloeddruk x rel. gewicht resp. leeftijd:
 $r = .31$, $P < .05$ resp. $r = .32$, $P < .05$, $n = 421$.

In een multiële regressievergelijking met de bloeddruk als afhankelijke en het relatief gewicht en de leeftijd als onafhankelijke variabelen, zijn de regressie-coëfficiënten bepaald. Met behulp van deze coëfficiënten is voor de invloed van deze factoren gecorrigeerd. De (lineaire) invloed van de leeftijd op de systolische bloeddruk bleek zo gering dat hiervoor niet gecorrigeerd hoefde te worden. De correctievergelijkingen luiden:

$$\begin{aligned} \text{gecorr. diast. blddr.} &= \text{diast. blddr. waarde} - 1.069 \times (\text{rel. gew.} - \text{gem. rel. gew.}) - .0278 \times (\text{lt.} - \text{gem. lt.}) \\ \text{gecorr. syst. blddr.} &= \text{syst. blddr. waarde} - 1.349 (\text{rel. gew.} - \text{gem. rel. gew.}) \end{aligned}$$

De aldus verkregen "gecorrigeerde bloeddruk" is daardoor in het algemeen onafhankelijk van leeftijd en relatief gewicht. Voor analyses binnen de populatie werknemers jonger dan 45 jaar, zijn de correcties voor leeftijd en relatief gewicht opnieuw berekend en omgezet in gecorrigeerde bloeddrukwaarden, horend bij deze populatie ($n=310$).

9.4.5.2. Bloeddruk en lawaai

Mogelijke verbanden tussen het huidige lawaainiveau en de bloeddruk zijn niet centraal gesteld in dit onderzoek, omdat een eventuele bloeddrukverandering door lawaai beschouwd werd als een langzaam voortschrijdend proces dat (tientallen) jaren zou kunnen duren. Vergelijking van de gemiddelde bloeddruk in verschillende lawaainiveaus is dan minder geschikt, omdat veel werknemers pas enkele jaren in lawaai werkzaam zijn. Vergelijking tussen verschillende lawaainiveaus veronderstelt dan bovendien dat de gemiddelde blootstellingsduur in elk lawaainiveau gelijk is, een eis waaraan niet geheel wordt voldaan. Na uitsluiting van werknemers met lawaai-blootstelling bij een ander bedrijf of een andere afdeling, bleek de gemiddelde blootstellingsduur bij ≤ 85 dB(A) 12.5 jaar, bij 86-90 dB(A) 11.1 jaar, bij 91-95 dB(A) 10.7 jaar en bij > 95 dB(A) 9.7 jaar. Werknemers in hogere lawaainiveaus werken daar minder langdurig. Het is onduidelijk of er sprake is van een loopbaan-effect of van een uitval door ziekte e.d..

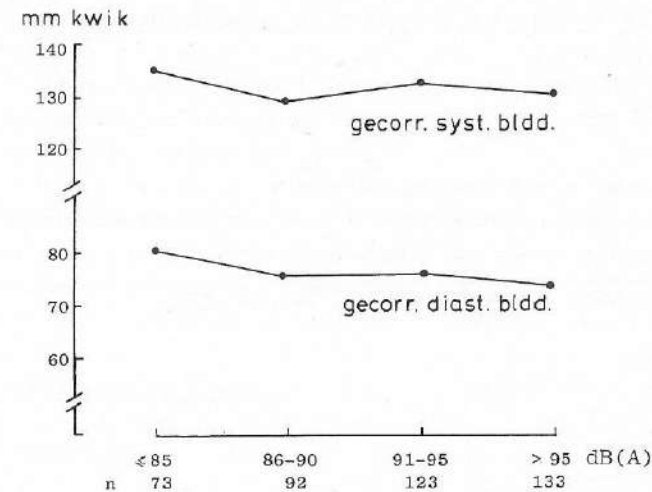
Om dergelijke problemen te vermijden was de vraagstelling gericht op het verband tussen de bloeddruk en de totale lawaai-blootstelling (zie 9.2.1). Het verband tussen lawaainiveau en de bloeddruk is echter wel onderzocht om een meer volledig beeld te krijgen van het verband tussen lawaai-blootstelling en bloeddruk.

Tussen het lawaainiveau en de gecorrigeerde diastolische bloeddruk bestond een negatief verband ($r = -.19$, $P < .05$, $n=421$), met de gecorrigeerde systolische bloeddruk bestond geen significant verband. Het verband met de diastolische bloeddruk lijkt veroorzaakt te worden door een hogere bloeddruk bij lawaainiveau ≤ 85 dB(A) (figuur 9.11).

Uit het onderzoek naar mogelijk versturende variabelen kwam m.n. de factor ploegenarbeid naar voren. Werknemers in drie- of vier- ploegendienst hadden een significant lagere bloeddruk dan de overige werknemers*. Correctie voor deze factor leverde echter geen nieuwe gezichtspunten op: er bleef een, zij het zwakker significant negatief verband bestaan tussen lawaainiveau en gecorrigeerde diastolische bloeddruk (zie 9.5.9). Het is mogelijk dat selectiemechanismen of bloeddrukverhogende factoren aanwezig waren, waarvoor in de onderzoeksopzet niet gecorrigeerd kon worden. Een duidelijke verklaring ontbreekt.

*) ploegendienst x gecorr.syst.resp.diast.blldr.:
 $r = -.20$ resp. $-.29$, $P < .05$, $n=403$.

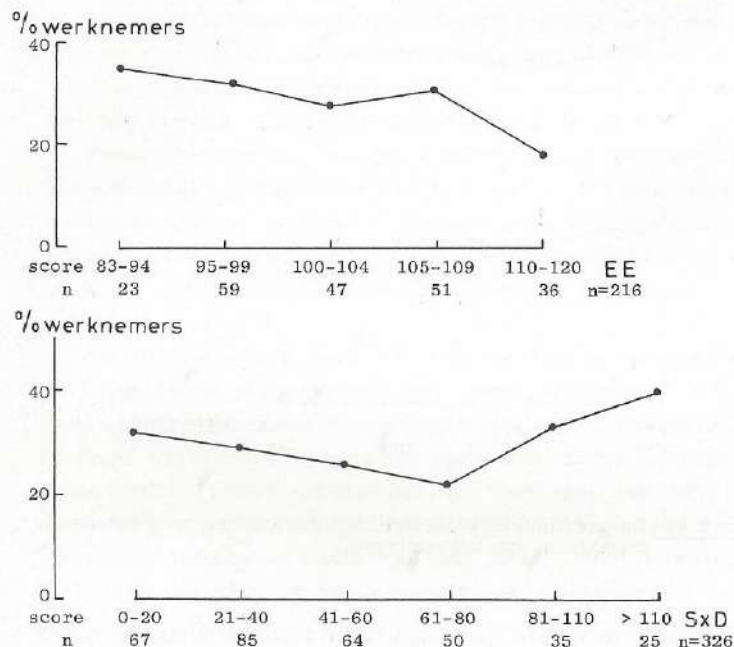
De werknemers in dagdienst of tweeploegendienst ($n=218$) hadden een gemiddelde gecorrigeerde systolische resp. diastolische bloeddruk van 133.8 resp. 79.2 mm kwik; de werknemers in 3- of 4-ploegendiensten ($n=185$) 129.6 resp. 73.1 mm kwik. Er is vermoedelijk sprake van een selectie-effect. Nijhuis en Soeters (1983) vonden eveneens een healthy worker effect bij werknemers in ploegendienst.



Figuur 9.11. De gemiddelde gecorrigeerde systolische en diastolische bloeddruk per lawaainiveau.

In dit onderzoek werd geen significant verband gevonden tussen de totale lawaai-blootstelling (EE, Nx D, Sx D) en de gecorrigeerde bloeddruk*. Omdat het gemiddelde kan versluieren dat slechts een deel van de werknemers gevoelig is voor bloeddrukverandering t.g.v. lawaai, is ook het percentage werknemers met een hogere bloeddruk berekend. Ook dan werd geen verband gevonden tussen totale lawaai-blootstelling en de bloeddruk (figuur. 9.12).

*) EE x gecorr.syst.resp.diast.blldr.: $r = -.05$, resp. $r = -.03$, $P > .05$, $n=216$
 Nx D x gecorr.syst.resp.diast.blldr.: $r = .02$, resp. $r = .02$, $P > .05$, $n=216$
 Sx D x gecorr.syst.resp.diast.blldr.: $r = .03$, resp. $r = -.07$, $P > .05$, $n=326$



Figuur 9.12. Percentage werknemers met hogere bloeddruk (gecorr. systolische bloeddruk ≥ 140 mm kwik en/of gecorr. diastolische bloeddruk ≥ 90 mm kwik) per lawaai-blootstellingsklasse EE en SxD.

Onderzoek naar mogelijk verstorende variabelen leverde geen nieuwe gezichtspunten op m.b.t. het verband tussen de totale lawaai-blootstelling (EE) en de bloeddruk.

Het niet meer stijgen van de gemiddelde diastolische bloeddruk boven de leeftijd van 40-44 jaar (figuur 9.10) wijst op een mogelijke afwezigheid van oudere werknemers met een hogere bloeddruk in het onderzoek vanwege WAO, overlijden, etc., een "healthy worker effect" (zie 9.4.5). Herhaling van de analyse bij werknemers jonger dan 45 jaar ($n=154$) leverde echter evenmin een significant verband op tussen de totale lawaai-blootstelling (EE) en de bloeddruk.

9.4.6. Lawaai-blootstelling en de wens tot werkverandering

Vraag 24 luidde: "Zou u, indien mogelijk, om gezondheidsredenen van werk willen veranderen?" Een kwart van de werknemers beantwoordde de vraag positief.

Werknemers in een hoger lawaainiveau bleken niet vaker om gezondheidsredenen van werk te willen veranderen dan werknemers in een lager lawaainiveau. Werknemers met veel lawaaihinder wilden wel vaker van werk veranderen (zie 9.5.7).

9.5. Hinder van lawaai

9.5.1. Algemeen

9.5.1.1. Aantal werknemers met hinder van lawaai

Bij de vraag naar hinder van fysisch-chemische arbeidsomstandigheden, werd lawaai het meest genoemd (71%) als arbeidsomstandigheid waar men geregeld matig tot veel hinder van had.

Ongeveer de helft van de werknemers had last van schrikken, moeite met gesprekken voeren of signalen waarnemen. Een groot aantal werknemers had soms wel en soms geen problemen (tabel 9.4, middelste kolom). Dit kan wijzen op het wisselend voorkomen van lawaai, hetgeen bijv. in de metaalindustrie vaak het geval is. Een zeer groot aantal werknemers, 84%, noemde één of meer lawaibronnen die bijzonder storen op het werk. Een kwart van de werknemers noemde werkzaamheden, waarbij men sneller dan anders gestoord wordt.

Uit de antwoorden op de twee vragen die direct naar hinder van lawaai vragen, blijkt dat *tweederde van de werknemers matig tot erg veel hinder* ondervond.

Tabel 9.4. Percentage werknemers dat op verschillende aspecten hinder heeft van lawaai.

	geen/beetje (nooit/zelden)	matig (soms)	(erg)veel (vaak/altijd)
schrikken (vr.11)	51	42	7
problemen met praatje maken (vr.12)	46	45	9
gebarentaal nodig (vr.2)	49	37	14
signaalwaarneming moeilijker (vr.3)	42	44	14
bijzonder storende geluiden (vr.4)	16	-	84 (één of meer)
lawaai gevoelige werkzaamheden (vr.5)	72	-	28 (één of meer)
hinder van lawaai (vr. 10)	34	37	30
hinder van lawaai (vr. 15)	29	-	71 (matig-veel)

9.5.1.2. Bijzonder storende geluiden

Tabel 9.5. Overzicht van de meest genoemde storende geluidsbronnen; per bedrijf zijn de vier meest genoemde geluidsbronnen weergegeven; tussen haakjes het aantal werknemers dat de bron genoemd heeft

be- drijf	n*	storende geluids- bronnen: (meest genoemd)	1	2	3	4
A	116	klinken (91)	frezen (25)	hydr.testw. (20)	generator test. (20)	
B	56	luchtbikhamers (30)	gutsen (24)	slijpen (19)	hamerslagen(13)	
C	139	hamermolens (43)	persen (37)	heftrucks(11)	ventilatoren(10)	
D	62	frezen (33)	zagen (25)	afzuigers (17)	pneum.gereeds. (9)	
E	46	radio (8)	afzuigers (4)	pompen (4)	diversen (3)	
F	63	roerwerken (22)	oproepsyst.(20)	slijpen (16)	centrifuges (15)	
G	57	prod. machines (persen) (45)	perslucht (12)	trilvullers (5)	diversen (4)	

*) n = totaal aantal werknemers per bedrijf

Ongeveer driekwart van alle genoemde storende geluiden kwam vaak of vrijwel altijd voor. Diverse soorten geluid zoals impuls geluiden, fluctuerende en continue geluiden werden genoemd, zonder dat van een duidelijk patroon sprake leek. Een aantal bronnen zoals klinken en luchtbikhamers lijkt van een hoog lawaainiveau doch hoeft dit niet te zijn, als de afstand tot de bron groot genoeg is. Een aantal andere bronnen was vermoedelijk van een relatief laag lawaainiveau zoals afzuigers en ventilatoren. Ook in bedrijven met een relatief laag lawaainiveau konden veel storende geluidsbronnen aanwezig zijn. In bedrijf F bijv. werkte iedereen beneden 90 dB(A) (L_{Aeq}), terwijl 90% van de werknemers storende geluidsbronnen noemde. Een aantal geluidsbronnen bleek bedrijfs(tak)-specifiek te zijn zoals luchtbikhamers, roerwerken, etc. Hinder van slijpen (55 werknemers), ventilatoren of afzuigers (54), compressoren of pompen (48), pneumatisch gereedschap (31) en de radio (20) bleek daarentegen in vijf van de zeven bedrijven aanwezig.

9.5.1.3. Lawaai gevoelige werkzaamheden

Getracht is om hinder niet alleen te beschrijven in termen van bepaalde soorten geluid, maar ook in termen van werkzaamheden waarbij werknemers in het bijzonder gestoord worden. De storende geluidsbronnen zijn voor te stellen als een vorm van belasting, de hier te noemen werkzaamheden als arbeidssituaties die in combinatie met lawaai blootstelling kunnen leiden tot bijv. spanningen.

De vraag werd in de bedrijven A en B door ongeveer de helft van de werknemers positief beantwoord, in de andere bedrijven door 10-30% van de werknemers. Een groot aantal verschillende lawaai producerende werkzaamheden werden genoemd zoals klinken, hameren, frezen en slijpen. Deze zijn in tabel 9.6 samengevat als *lawaai producerende handarbeid*. Typen, schrijven, kantoorwerkzaamheden e.d. zijn samengevat als *administratieve arbeid*. Overleg plegen, praten, uitleggen, instructies geven e.d. zijn geïnterpreteerd als activiteiten waarbij het voeren van een gesprek bemoeilijkt werd. *Telefoneren* is hiervan te onderscheiden, omdat het geluidsaanbod in geluidsniveau en frequentie beperkt is. Aftekenen, testen, controleren, (af)regelen van apparatuur, een storing zoeken e.d. zijn samengevat onder *meten en regelen*. Alle mentale arbeid

die zich zonder fysieke handelingen afspeelt zoals plannen, denken, concentreren, problemen uitzoeken en rekenen is *denkarbeid* genoemd.

Het is aannemelijk dat hinder bij de genoemde lawaaiproducerende handarbeid zowel kan duiden op hinder door het hoge lawaainiveau van dat werk als op hinder door de bijzondere aard van de werkzaamheden, bijv. omdat daarbij zeer geconcentreerd gewerkt moet worden.

Het valt op dat de onderzochte werknemers, werkzaam in de industriële produktie, mentaal inspannende werkzaamheden vaker noemden dan handarbeid, die vermoedelijk deels óók genoemd is i.v.m. de daarbij vereiste mentale inspanning. Uit de genoemde activiteiten blijkt eveneens dat gesprekken voeren en telefoneren als lawaaigevoelige aspecten van het werk ervaren worden.

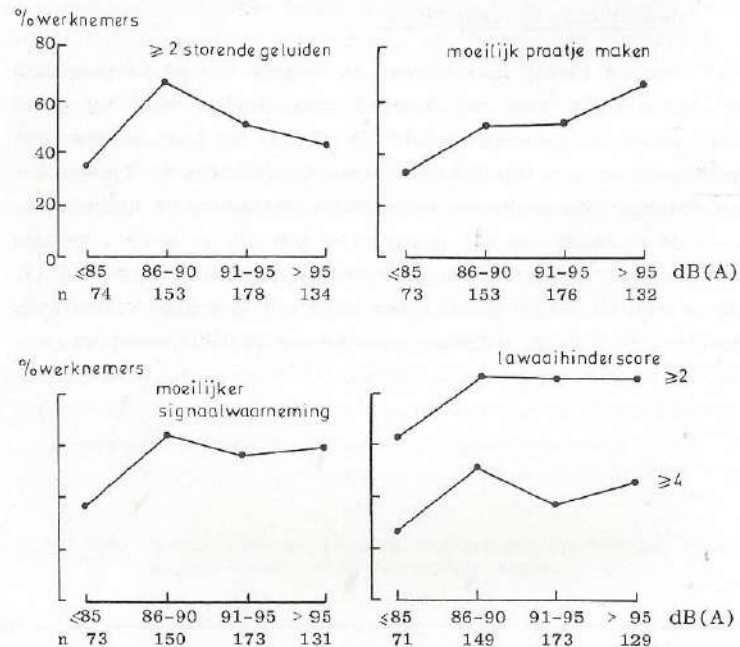
Tabel 9.6. Werkzaamheden waarbij werknemers sneller dan anders gestoord worden door hinderlijk lawaai.

	aantal keren genoemd	
administratieve arbeid	29	} 83 mentale arbeid
denkarbeid	23	
meet- en regelarbeid	31	
lawaaiproducerende handarbeid	49	} 62 hand- arbeid
handarbeid met geringe of		
onduidelijke eigen lawaaiproduktie	13	
gesprekken voeren	21	} 33 communi- catie
telefoneren	12	
rest	15	rest
totaal	193	

9.5.2. Lawaaihinder en lawaainiveau

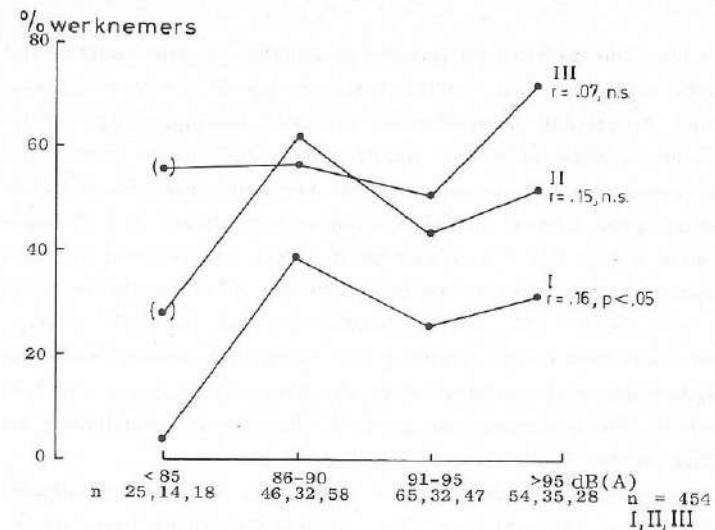
Het verband tussen lawaainiveau en diverse lawaaihinderaspecten wordt gekenmerkt door een relatief hoog hinderniveau bij 86-90 dB(A), en een laag hinderniveau ≤ 85 dB(A). Dit komt overeen met laagpositieve en niet-significante correlatiecoëfficiënten. Tussen het lawaainiveau en de moeite om een praatje met elkaar te kunnen maken en de noodzaak om van gebarentaal gebruik te maken, bestaat een duidelijker verband*. Enkele voorbeelden staan in figuur 9.13. Analyses waarbij rekening gehouden werd met mogelijke versturende variabelen (zie 9.2.2), leverden geen nieuwe gezichtspunten op.

*) lawaai x schrikken, noemen van storende geluidsbronnen, lawaai-gevoelig werk, moeilijker signaalwaarneming, hinder van lawaai (vr. 10), gebaren moeten maken, problemen met praatje maken, lawaaihinderindex:
 $r = -.02$ resp. $r = -.00$, $r = .01$ (allen n.s.), $r = .11$, $r = .11$,
 $r = .15$, $r = .23$, $r = .10$ (allen $P < .05$), $n=535$.



Figuur 9.13. Percentage werknemers dat twee of meer storende geluiden noemde, soms tot nooit een praatje kon maken, signaalwaarneming iets of veel moeilijker vond en dat een lawaaihinderindexscore had ≥ 2 resp. ≥ 4 , per lawaainiveau.

Omdat hinder van lawaai duidelijk bleek samen te hangen met aanwezige stressverschijnselen bij werknemers (zie 9.5.8), is deze samenhang nader onderzocht. In figuur 9.14 is in de eerste plaats zichtbaar dat stressverschijnselen grote invloed hebben op of anderszins verband houden met lawaaihinder. Daarnaast valt echter op dat de piek van lawaaihinder bij 86-90 dB(A) vrijwel onafhankelijk is van de aanwezigheid van stressverschijnselen. Partiële correlatie voor stressverschijnselen levert dan ook een slechts geringe verbetering op van de correlatie tussen lawaainiveau en lawaaihinder (index, $r = .14$, $P < .05$, $n=451$).

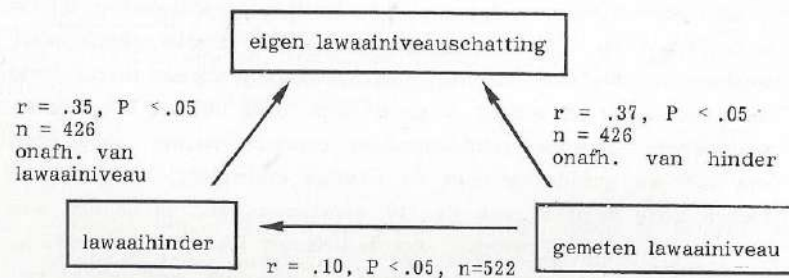


Figuur 9.14. Percentage werknemers met lawaaihinderindexscore ≥ 4 per lawaainiveau, apart per groep werknemers met resp. geen (I), weinig (II) en veel (III) stressverschijnselen (indexscore 0 resp. 1, 2+3+4+5); de correlatiecoëfficiënten hebben betrekking op alle waarden van de variabelen.

Een nadere beschouwing van de lawaaihinderproblematiek bij de bedrijven A en F leek aangewezen omdat de meeste werknemers, werkzaam bij 86-90 dB(A), uit A en F afkomstig waren. Hierbij kwam naar voren dat in bedrijf A en F resp. door 94% en 91% van de werknemers storende geluidsbronnen genoemd waren, vergeleken met 76% als gemiddelde van de overige bedrijven. In bedrijf A bleken maar liefst 91 van de 116 werknemers last te hebben van klinken, in bedrijf F werden diverse bronnen frequent genoemd. In bedrijf A werd bovendien het hoogste percentage werknemers gevonden dat lawaai-gevoelige taken noemde: 55% vergeleken met 22% als gemiddelde voor de overige bedrijven. Uit de beantwoording van deze vraag bleek de aard van het werk in A voor een deel van de werknemers verschillend te zijn van dat in de andere bedrijven: administratie, overleg, test-werk en diverse vormen van "denkwerk" werden frequenter genoemd, hetgeen vermoedelijk verband houdt met de technisch hoogwaardige productie in bedrijf A.

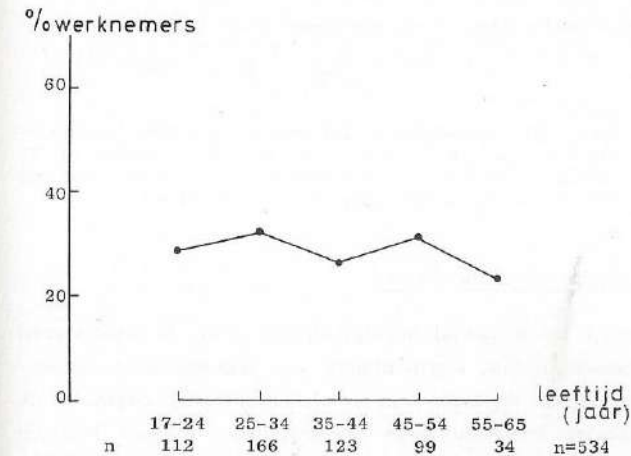
Het niet-lineaire verband tussen lawaainiveau en lawaaihinder kan dus voor een groot deel verklaard worden uit de aanwezigheid van bijzonder hinderlijke lawaibronnen en meer lawaaigevoelige werkzaamheden in deze bedrijven. Wanneer deze "bijzondere omstandigheden" gecontroleerd werden, door het verband tussen lawaainiveau en lawaaihinder (index) apart te onderzoeken binnen A + F enerzijds en B + C + D + E + G anderzijds, bleek het verband in beide subpopulaties duidelijker aanwezig te zijn dan in de gehele populatie (AF: $r = .14$, $P < .05$, $n=175$; BCDEG: $r = .21$, $P < .05$, $n=347$). Bij een meer evenredige verdeling van hinderlijke lawaibronnen en lawaaigevoelige werkzaamheden over alle lawaainiveaus, zou dus een duidelijker relatie aantoonbaar geweest zijn tussen lawaaihinder en lawaainiveau dan in dit onderzoek het geval bleek.

Tussen de lawaaihinderindex en de *lawaaischatting* bestond een veel duidelijker verband ($r = .35$). De lawaaischatting bleek overigens in gelijke mate bepaald te worden door het aanwezige lawaainiveau ($r = .37$) als door de hinder (onafhankelijk van elkaar) en is daardoor te beschouwen als een deels objectieve, deels subjectieve maat, tussen lawaainiveau en ervaren hinder in.



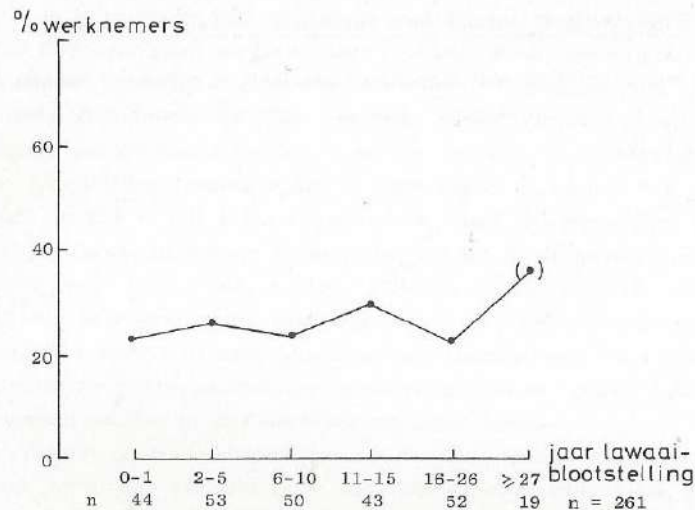
9.5.3. Lawaaihinder, leeftijd en arbeidsduur in lawaai

Lawaaihinder bleek niet significant aan leeftijd gebonden (index): jongeren en ouderen hadden ongeveer evenveel hinder van lawaai (figuur 9.15).



Figuur 9.15. Percentage werknemers met veel of erg veel lawaaihinder (vr. 10), per leeftijdsgroep.

Er was evenmin een relatie tussen lawaaihinder en het aantal jaren dat men aan lawaai blootgesteld was (index) (figuur 9.16). Gewenning aan lawaai bleek niet aantoonbaar, hoewel niet uitgesloten kan worden dat in de eerste weken of maanden van de blootstelling een zekere gewenning plaatsgevonden heeft.



Figuur 9.16. Percentage werknemers met veel of erg veel lawaaihinder (vr. 10) per aantal jaren lawaai-blootstelling op de huidige afdeling (na uitsluiting van werknemers die elders aan lawaai blootgesteld zijn geweest).

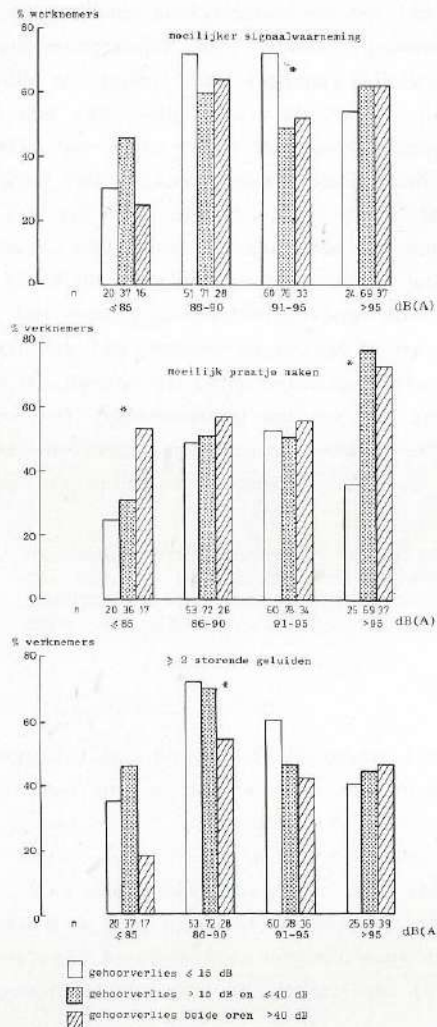
9.5.4. Lawaaihinder en gehoorverlies

Lawaaidoofheid bleek lawaaihindergevoelens noch te bevorderen noch te voorkómen (index, onafhankelijk van lawaainiveau). Essentiëler is de vraag of de mate van *slachthorendheid*, ongeacht de oorzaak en zonder correctie voor presbycusis, invloed had op lawaaihinder. Voor de beantwoording van deze vraag zijn de werknemers ingedeeld in drie groepen: werknemers met géén, matig en veel gehoorverlies*. Er bleek geen verband aanwezig tussen de mate van slachthorendheid en hinder van lawaai over de hele populatie

*) *geen gehoorverlies*: op alle frequenties links én rechts geen verlies groter dan 15 dB (1, 2, 3, 4 en 6 KHz)
matig gehoorverlies: op minstens één van de frequenties links en rechts een verlies groter dan 15 dB, en géén verlies groter dan 40 dB op één van de frequenties links en rechts tegelijk.
veel gehoorverlies: op minstens één frequentie links én rechts meer dan 40 dB verlies.

en evenmin in één van de lawaainiveaus apart. Gehoorverlies bleek dus geen bescherming te bieden tegen hindergevoelens.

Omdat gehoorverlies enerzijds bescherming kan bieden tegen irriterende geluiden, anderzijds een handicap kan zijn bij spraakverstaan in een lawaaiige omgeving en bij horen van waarschuwingssignalen, zijn de betreffende hinderaspecten apart onderzocht. In figuur 9.17 wordt tot op zekere hoogte bevestigd dat slechthorendheid het verstaan van een ander in lawaai kan bemoeilijken. Bij de signaalwaarneming lag het niet zo duidelijk: bij 91-95 dB(A) bleken slechthorenden zelfs minder problemen te hebben met signaalwaarneming. Bij 86-90 dB(A) bleken werknemers met gehoorverlies significant minder storende geluidsbronnen te noemen, al lijkt in andere niveaus eveneens een tendens waarneembaar. Dat werknemers met gehoorverlies niet in alle lawaainiveaus significant minder storende geluidsbronnen noemden, is wellicht te wijten aan recruitment (zie 2.6.3).



Figuur 9.17. Percentage werknemers per lawaainiveau, dat moeite had om een praatje met een ander te maken, dat twee of meer storende geluidsbronnen noemde en dat signaalwaarneming moeilijker vond, na indeling in groepen met geen, matig of veel gehoorverlies. (Kendall's tau, $P < .05$, eenzijdig getoetst: *; deze correlatiemaat heeft betrekking op alle waarden van de variabelen).

9.5.5. Lawaaihinder en andere arbeidsomstandigheden

Tussen lawaaihinder(index) en (hinder van) andere arbeidsomstandigheden bestonden een groot aantal verbanden ($r > .15$, $P < .05$): meer lawaaihinder hing samen met meer hinder van trillingen, verlichting, koude, temperatuurswisselingen, stank, vuil en chemische stoffen, met het werken onder tijdsdruk en met het vóórkomen van diverse vermoeiende werkhoudingen. Er is geen enkele negatieve samenhang ($r < -.15$) gevonden.

Deze samenhang zal gedeeltelijk berusten op het *tegelijkertijd* vóórkomen van bijv. lawaai, vuil werk en trillingen op dezelfde arbeidsplaats (zie 9.3.5). Een tweede mogelijkheid is het bestaan van *belastende combinaties* van arbeidsomstandigheden: de relatie tussen tijdsdruk en lawaaihinder bijv. kan verklaard worden vanuit de veronderstelling dat werken onder tijdsdruk bevordert dat hinder ontstaat van storende geluidsbronnen (een specificerende relatie). Anders gezegd: de combinatie lawaai plus tijdsdruk leidt tot (veel) meer hinder van lawaai dan lawaai blootstelling alleen. Een derde mogelijke verklaring komt voort uit het bestaan van *één gemeenschappelijke "oorzaak"*. Het is bijv. denkbaar dat een slechte sfeer de hinderdrempel voor verschillende arbeidsomstandigheden tegelijkertijd verlaagt. Hierdoor kan een (schijn)verband ontstaan tussen lawaaihinder en hinder van andere arbeidsomstandigheden.

Om de samenhang van diverse arbeidsomstandigheden met lawaaihinder te onderzoeken, onder constant-houding van eerder ingevoerde factoren, is een multiële regressie-analyse uitgevoerd met lawaaihinder als afhankelijke variabele (tabel 9.7). Als onafhankelijke variabelen zijn gekozen het lawaainiveau en die arbeidsomstandigheden (hinder van) die het sterkste verband hielden met lawaaihinder. Toegevoegd is het bedrijf waar men werkt, als kenmerk voor onbekende factoren die per bedrijf kunnen verschillen. Daarbij werd enerzijds gedacht aan bedrijfsspecifieke hinderlijke lawaai bronnen of lawaai gevoelige werkzaamheden, anderzijds aan de "bedrijfs-cultuur" om wel of geen hindergevoelens te (willen) ervaren of uiten, bijv. afhankelijk van ontslagdreiging, vergelijking met de omgeving of het verleden, vakbondsactiviteiten, beloning, etc.

Werken onder tijdsdruk bleek lawaaihinder te bevorderen, onafhan-

kelijk van het lawaainiveau. Wanneer met deze invloeden rekening gehouden werd, dan bleef nog een duidelijke samenhang tussen hinder van lawaai en hinder van fysisch-chemische arbeidsomstandigheden in het algemeen zichtbaar. Het bedrijf waar men werkte bleek eveneens van grote invloed, onafhankelijk van de eerder genoemde factoren.

Tabel 9.7. Multipele regressie op lawaaihinderindex

	F	P (F)	r ² verklaarde variantie	r
lawaainiveau	4.56	< .05	.01	.10
werken onder tijdsdruk	22.90	< .05	.05	.21
slechte of matige sfeer	2.65	n.s.	(.006)	.10
hinder van fysisch-chemische arbeidsomstandigheden (index)	50.37	< .05	.10	.35
het bedrijf (m.b.v. dummyvaria- belen)	23.38	< .05	.09	.01 tot .26
overall F:	15.52	< .05	totaal .24	

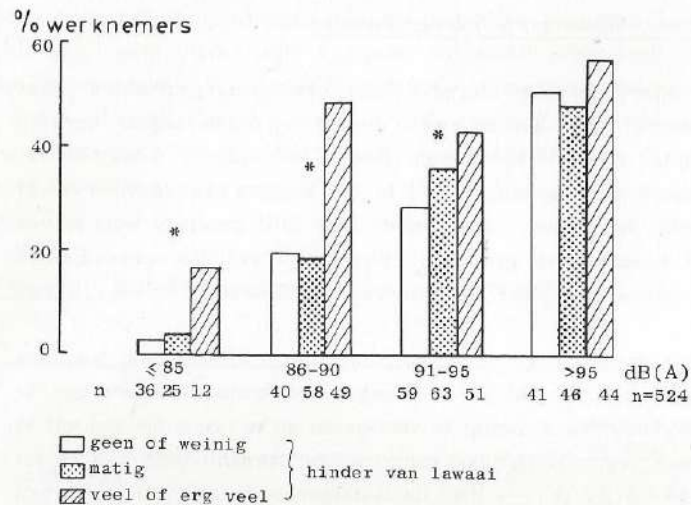
Wanneer de multipele regressie voor elk bedrijf apart werd uitgevoerd, bleek de situatie per bedrijf enigszins doch niet veel verschillend. Tijdsdruk bleek op vijf van de zeven bedrijven van invloed, de sfeer op twee bedrijven. Hinder van fysisch-chemische arbeidsomstandigheden bleek vervolgens nog op vier bedrijven een samenhang te vertonen met lawaaihinder.

Geconcludeerd kan worden dat werken onder tijdsdruk (of in elk geval het als zodanig ervaren), vrijwel overal hinder van lawaai bevorderde. Een slechte sfeer droeg daar 'slechts' in twee bedrijven toe bij. Tussen hinder van lawaai en de andere fysisch-chemische arbeidsomstandigheden bleek vaak een verband aanwezig, dat overigens niet op eenvoudige wijze te interpreteren is.

9.5.6. Lawaaihinder en gehoorbescherming

Werknemers die meer hinder hadden van lawaai gebruikten vaker gehoorbescherming dan collega's die in hetzelfde lawaai werkten maar minder hinder ondervonden (index, $r = .22$, $P < .05$, $n=511$, gecorrigeerd voor lawaainiveau). In het hoogste lawaainiveau is dit niet terug te vinden; daar werd door alle groepen werknemers frequent bescherming gedragen. Bewustzijn van de schadelijkheid van het lawaai was daar wellicht van overheersend belang (figuur 9.18).

Uit het gevonden verband zou men kunnen afleiden dat minstens twee motieven bijdragen tot het dragen van gehoorbescherming: de wens om gehoorbeschadiging te voorkomen én de wens om zichzelf te beschermen tegen hinderlijke geluiden. Bij lawaainiveaus van 80 tot en met 90 dB(A) (L_{Aeq}) lijkt de laatstgenoemde motivatie zelfs van groot belang. Al eerder werd opgemerkt dat onderzoek naar effecten van lawaai bemoeilijkt kan worden wanneer werknemers met veel hinder van lawaai frequent gehoorbescherming gebruiken.



Figuur 9.18. Percentage werknemers dat altijd of meestal gehoorbescherming draagt per lawaaihinderklasse (vr. 10), per lawaainiveau. Kendall's tau, $P < .05$; *: de associatie-maat heeft betrekking op alle waarden van de variabele.

9.5.7. Lawaaihinder en de wens tot werkverandering

Werknemers met veel hinder van lawaai wilden vaker om gezondheidsredenen van werk veranderen dan werknemers met weinig hinder (index, $t = .18$, $P < .05$, $n=380^*$). Het ontbreken van een verband tussen de wens naar ander werk en het lawaainiveau (zie 9.4.6) betekent dat werknemers met meer lawaaihinder vaker ander werk wilden dan hun collega's in hetzelfde lawaainiveau met minder lawaaihinder. Op de wens naar ander werk bleken echter zeer veel factoren van invloed waarbij hinder van lawaai mogelijk een bescheiden plaats innam.

*) werknemers die als antwoord gaven "weet ik niet", zijn uit de analyse weggelaten omdat deze antwoordcategorie moeilijk te interpreteren was.

Om gezondheidsredenen van werk willen veranderen bleek meer voor te komen bij werknemers met hinder van bijna alle gevraagde fysisch-chemische arbeidsomstandigheden ($t \geq .15$, $P < .05$, $n=388$), werknemers met veel tilwerk, gedraaide of voorovergebogen houding, werk met geheven armen ($t \geq .15$) en bij werknemers die zich onvoldoende gewaardeerd voelden, zich zorgen maakten over de zekerheid die de werkkring bood of de onderlinge sfeer niet goed vonden ($t \geq .20$). Werknemers in leidinggevende functies bleken minder van werk te willen veranderen ($t = -.22$), jonge werknemers wilden juist meer van werk veranderen ($t = .21$). Van werk willen veranderen bleek eveneens heel duidelijk samen te hangen met stressverschijnselen en klachten van oorsuizen en duizeligheid ($t \geq .29$). De bevinding dat leidinggevendenden minder en jonge werknemers meer om gezondheidsredenen van werk wilden veranderen, wijst op de mogelijkheid dat een deel van de werknemers de vraag beantwoordt alsof gevraagd werd naar de wens tot werkverandering om welke reden dan ook.

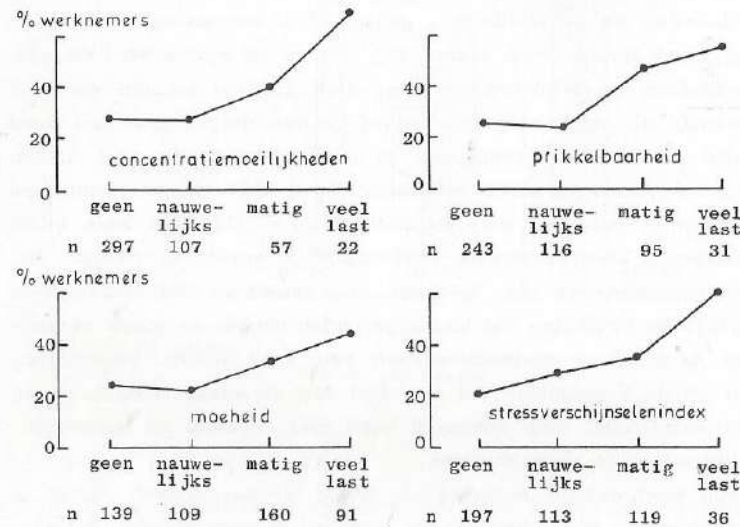
Een meer gericht onderzoek is nodig ter beantwoording van de vraag naar de meest belangrijke redenen om vanwege gezondheidsredenen ander werk te willen.

De samenhang tussen lawaaihinder enz., en van werk willen veranderen bij nog werkende personen, versterkt de verwachting dat een selectie opgetreden kan zijn. Meer dan het gemeten lawaainiveau, speelt dan het ervaren van lawaai een rol.

9.5.8. Lawaaihinder en stressverschijnselen

Er bestond een samenhang tussen lawaaihinder en alle psychische klachten: werknemers met meer stressverschijnselen hadden meer hinder van lawaai* (figuur 9.19). Het sterkste verband werd gevonden met concentratiemoelijkheden. Het verband tussen lawaaihinder en stressverschijnselen bleek in alle bedrijven en alle lawaainiveaus ongeveer even sterk aanwezig ($\leq .20$ tot $r \leq .48$).

*) lawaaihinderindex x concentratiemoelijkheden, prikkelbaarheid, moeheid, gespannenheid, meer fouten gaan maken, stressverschijnselenindex resp. $r=.33$, $r=.27$, $r=.24$, $r=.27$, $r=.21$, $r=.32$ ($P < .05$, $n=487$).



Figuur 9.19. Percentage werknemers met erg veel of veel lawaaihinder (vr. 10), naar de mate van een aantal psychische klachten.

Deze op de voorgrond tredende samenhang is op verschillende manieren te interpreteren. In de eerste plaats is het mogelijk dat lawaai psychische klachten veroorzaakt die als hinder ervaren worden: een lawaaibron veroorzaakt concentratiestoornissen en daardoor gespannenheid, waardoor een werknemer zich gehinderd voelt door lawaai. Hinder en stressverschijnselen zijn in dit geval bijna synoniem. Deze interpretatie, waarbij lawaai als "oorzaak" aangemerkt wordt, is met name voor concentratieproblemen en voor vervolgens daaruit voortvloeiende klachten aannemelijk te maken. Uit de antwoorden op de vraag naar lawaai-gevoelige werkzaamheden bleek immers dat met name mentaal inspannende werkzaamheden lawaai-gevoelig waren. Opvallend was ook het relatief hoge percentage werknemers met concentratieproblemen dat zelf lawaai als mede-oorzaak van de concentratiemoeilijkheden aangegeven heeft (57%).

De samenhang tussen lawaaihinder en stressverschijnselen is wellicht in de tweede plaats verklaarbaar vanuit de hypothese dat de aanwezigheid van stressverschijnselen prikkeldrempelverlagend kan werken, waardoor hinder bevorderd wordt (een specificerende relatie). Deze verklaringsmogelijkheid wordt ondersteund door een gevonden verband tussen stressverschijnselen en 12 van de 14 gevraagde fysisch-chemische arbeidsomstandigheden. Een afdoende bewijs is hiermee echter niet geleverd. De gevonden verbanden kunnen evenzeer wijzen op het ontstaan van psychologische stressreacties of daarop lijkende fysiologische reacties t.g.v. de genoemde arbeidsomstandigheden: blootstelling aan bijv. oplosmiddelen of warmte kan immers concentratieproblemen en moeheid veroorzaken.

Een derde mogelijkheid is het bestaan van een schijnverband: zowel hinder van lawaai als stressverschijnselen zijn het gevolg van een gemeenschappelijke "oorzaak". Hierbij is wellicht te denken aan immateriële arbeidsomstandigheden zoals tijdsdruk, onzekerheid over de arbeidsplaats, een slechte onderlinge sfeer, onvoldoende waardering of een te grote of te kleine geestelijke belasting op het werk. Uit een multiële regressie analyse bleek echter dat lawaaihinder een verklaring in de zin van verklaarde variantie bleef leveren voor stressverschijnselen, wanneer diverse immateriële arbeidsomstandigheden constant werden gehouden (tabel 9.8), al werd de correlatie wel wat minder.

Tabel 9.8. Multiële regressie op stressverschijnselen (index)

	F	P(F)	r ² verklaarde variantie	r
werken onder tijdsdruk	36.17	< .05	.08	.28
onzekerheid over arbeidsplaats	22.44	< .05	.04	.25
gebrek aan waardering	11.76	< .05	.02	.21
te hoge of te lage geestelijke eisen	10.99	< .05	.02	.22
slechte of matige sfeer	2.90	n.s.	-	.19
lawaaihinderindex	26.42	< .05	.05	.32
overall F	19.37	< .05		
			totaal: .21	

9.5.9. Lawaaihinder, medicijngebruik en bloeddruk

Het is denkbaar dat hinder van lawaai leidt tot bepaalde klachten en daardoor tot meer medicijngebruik. Of omgekeerd, dat werknemers met veel hoofdpijn bijv. meer hinder ondervinden van lawaai.

Alleen tussen hinder van lawaai en gebruik van maagtabletten werd een significant verband gevonden (index, $t=0.08$, $P<.05$, $n=476$).

Opvallend, maar wel te verwachten, was een veel duidelijker verband dat gevonden werd tussen het gebruik van kalmerings-, hoofdpijn-, maag- en slaaptabletten en stressverschijnselen (zie 9.4.4). Psychische stressverschijnselen en genoemd medicijngebruik zijn waarschijnlijk uitingen van één stress-syndroom, waarbij medicijngebruik een verder voortgeschreden fase aan kan geven.

Werknemers met lawaaihinder hadden een iets lagere gecorrigeerde systolische en diastolische bloeddruk*. Om de mogelijk verstoringende invloed van andere factoren te analyseren, zijn multiële regressie analyses uitgevoerd met de variabelen die het meest verband hielden met de gecorrigeerde bloeddruk. Dit waren: ploegdienst, lawaainiveau, vaak trappen lopen, de fysisch-chemische arbeidsomstandighedenindex en stressverschijnselen (allen $r \leq -.14$, dus negatieve verbanden met de gecorrigeerde systolische óf diastolische bloeddruk, $P < .05$). Uit een eerste multiële regressie analyse bleek dat de fysisch-chemische arbeidsomstandigheden en trappen lopen geen invloed meer hadden op de bloeddruk, wanneer voor de invloed van ploegdienst gecorrigeerd werd. In een tweede multiële regressie analyse bleek dat hinder van lawaai ook na correctie voor ploegdienst, lawaainiveau en stressverschijnselen verband bleef houden met een lagere systolische bloeddruk (tabel 9.9).

* lawaaihinderindex x gecorr. systolische resp. diastolische bloeddruk: $r=-.16$ resp. $r=-.11$, $P < .05$, $n=405$

Tabel 9.9 Multiële regressie op de gecorrigeerde bloeddruk

	systolische bloeddruk				diastolische bloeddruk			
	F	P(F)	r ² verklaarde variantie	r	F	P(F)	r ² verklaarde variantie	r
ploegdienst	18.99	< .05	.06	-.24	22.11	< .05	.06	-.25
lawaainiveau	.47	n.s.	(.00)	-.08	4.23	< .05	.01	-.15
stressverschijnselen	8.89	< .05	.03	-.15	.01	n.s.	(.00)	(.01)
lawaaihinder index	5.75	< .05	.02	-.19	3.67	n.s.	(.01)	-.13
overall F:	8.74	< .05			7.59	< .05		
	totaal: .10				totaal: .09			

In eerder verricht onderzoek vonden wij eveneens een lagere bloeddruk bij werknemers met hinder van lawaai (zie 8.3.7). Een duidelijke verklaring ontbreekt. Een mogelijke verklaring zou kunnen zijn dat er een negatief verband bestaat tussen ervaren of uiten van hinder en de hoogte van de bloeddruk (wellicht via de factor intro-/extroversie?).

9.6. Discussie

Blootstelling aan lawaai op het werk bleek te leiden tot auditieve effecten zoals gehoorverlies en oorsuizen en tot hinder van lawaai. Een direct effect van lawaai blootstelling op bloeddruk, duizeligheid, heesheid, stressverschijnselen of medicijngebruik, was in dit onderzoek niet aantoonbaar.

Tussen de totale lawaai blootstelling en de bloeddruk werd geen verband gevonden. In tegenstelling daarmee staat het gevonden verband tussen de totale lawaai blootstelling en gehoorverlies door lawaai (vergelijk figuur 9.4 en 9.12), hetgeen wijst op een zekere validiteit van de gehanteerde maten voor de totale lawaai blootstelling, voorzover deze de totale geluidsenergie weergeven. Een mogelijke verklaring luidt dat bloeddrukverhoging meer selectiegevoelig

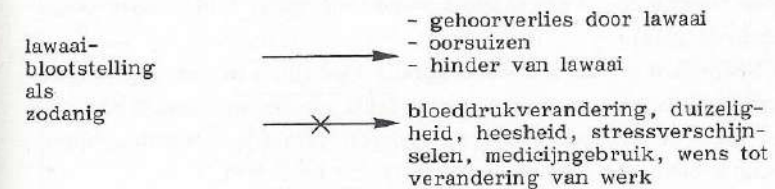
is dan gehoorverlies, hetgeen in een transversaal onderzoek kan leiden tot onderschatting van effecten van gezondheidsbedreigende arbeidsomstandigheden. Het niet meer stijgen van de gemiddelde diastolische bloeddruk boven de leeftijd van 40-44 jaar bij de deelnemers aan het onderzoek, lijkt erop te wijzen dat een dergelijke selectie inderdaad opgetreden is*. Een herhaalde analyse voor werknemers jonger dan 45 jaar leverde echter geen nieuwe gezichtspunten op. Deze bevinding is te beschouwen als een argument tegen de zienswijze dat geen verband kan worden aangetoond tussen lawaai en bloeddruk in dit transversale onderzoek, vanwege de selectie die samenhangt met een hogere bloeddruk. Voor de invloed van andere arbeidsomstandigheden, leeftijd en relatief gewicht werd, voorzover mogelijk, gecorrigeerd. De conclusie moet dus luiden dat een bloeddrukverhoging door lawaai in dit onderzoek niet kon worden aangetoond.

Uit het onderzoek is gebleken dat twee van de drie werknemers in meer of mindere mate *hinder* ondervond van lawaai op de arbeidsplaats. Deze hinder bleek slechts voor een klein deel afhankelijk te zijn van het lawaainiveau gemeten in L_{Aeq} (zie 2.6.6). Bijzonder hinderlijke lawaaibronnen en mentaal belastende werkzaamheden leken daarentegen van grote invloed, evenals bijv. de tijdsdruk die ervaren werd tijdens het werk. Het percentage werknemers dat moeite had om een praatje met een ander te maken, nam wel duidelijk toe met het lawaainiveau.

Het niet meer voorkomen van *duizeligheidsklachten* bij meer lawaai-blootstelling, vindt wellicht zijn oorzaak in de lawaainiveaus waarbij de werknemers in dit onderzoek werkten. Deze niveaus waren, op enkele uitzonderingen na, lager dan de niveaus waarbij duizeligheidsverschijnselen gevonden zijn in andere onderzoeken (zie 2.5). Het gebruik van gehoorbescherming kan de lawaaidosis nog verminderd hebben. Een andere mogelijke verklaring voor het niet vinden van meer duizeligheidsklachten in de hogere lawaainiveaus of

*) In het EPOZ-onderzoek (Valkenburg et al, 1980) bij de bevolking van Zoetermeer werd de maximum diastolische bloeddruk bij mannen bereikt op 50-jarige leeftijd (selectie door hartinfarcten?). In het COPIH-onderzoek bij werknemers (Jonkers et al, 1977) bleef de diastolische bloeddruk stijgen met de leeftijd.

bij meer gehoorverlies door lawaai is de slechte correlatie tussen subjectieve duizeligheidsklachten en objectief aantoonbare afwijkingen in het evenwichtsapparaat. *Heesheid* komt wellicht niet frequenter voor in hogere lawaainiveaus omdat werknemers in de industriële produktie niet veel praten in hogere lawaainiveaus (zie 2.6.5). *Stressverschijnselen* en *medicijngebruik* kwamen eveneens niet meer voor in hogere lawaainiveaus, een aanwijzing dat lawaai (L_{Aeq}) *als zodanig* niet direct leidt tot psychische klachten. Deze onderzoeksbevindingen zijn in een schema weer te geven:



Hinder van lawaai bleek in tegenstelling tot de blootstelling zelf (L_{Aeq}) wél verband te houden met stressverschijnselen zoals concentratiestoornissen, prikkelbaarheid, moeheid en met de wens tot verandering van werk. Dit wijst erop dat de *beleving van geluid* een belangrijke en wellicht zelfs noodzakelijke factor is om een verband te bewerkstelligen tussen blootstelling aan lawaai enerzijds en een groot aantal extra-auditieve effecten anderzijds. Dit betekent niet automatisch dat voornamelijk individu-gebonden kenmerken verantwoordelijk geacht moeten worden voor extra-auditieve effecten van lawaai. Diverse externe factoren leveren eveneens een belangrijke bijdrage aan een negatieve beleving van geluid. Bepaalde fysische kenmerken van geluid, zoals in 2.6.2 genoemd, geven meer hinder. De waarde van L_{Aeq} als lawaai-blootstellingsmaat voor extra-auditieve effecten van lawaai is daarom betrekkelijk (zie 3.3.1). Uit hoofdstuk 7 en 8 is bovendien gebleken dat lawaai dat elders geproduceerd wordt, meer hinder oplevert dan met het eigen werk samenhangend lawaai. De controleerbaarheid en de functionele betekenis van lawaai blijken dus van belang. De aard en de intensiteit van de werkzaamheden hebben ook invloed zoals blijkt uit de samenhang tussen mentaal belastende taken en tijdsdruk enerzijds en

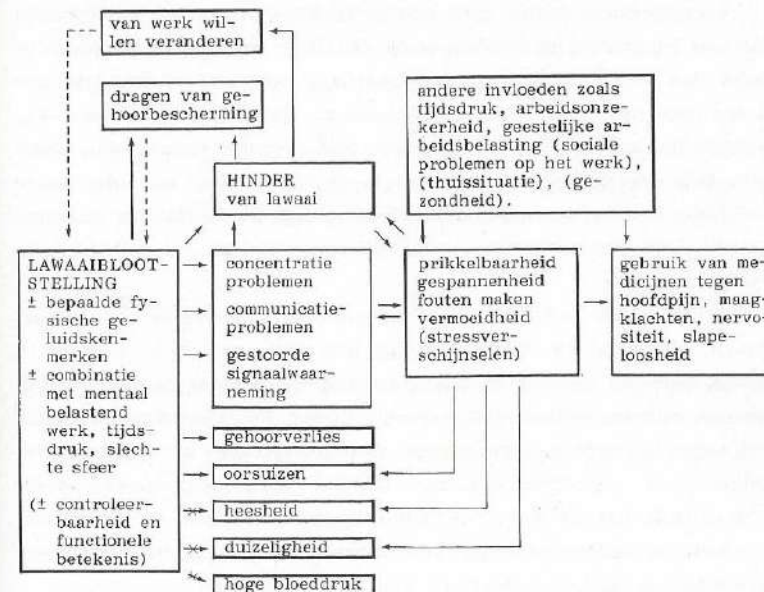
hinder van lawaai anderzijds.

Deze bevindingen wijzen erop dat lawaai, vóórkomend in combinatie met bepaalde werkzaamheden of omstandigheden, meer hinder en vermoedelijk ook meer stressverschijnselen veroorzaakt. Dit komt overeen met de mening van meer dan de helft van de werknemers met concentratieproblemen, die vond dat lawaai mede oorzaak was van de concentratieproblemen. Werknemers met klachten van gespannenheid en prikkelbaarheid achten lawaai wat minder frequent mede-oorzaak van de klachten (35-37%), al lijkt het percentage niet te verwaarlozen. Vermoeidheid werd het minst aan lawaai toegeschreven (25%).

Besproken is dat eveneens sprake kan zijn van het omgekeerde: stressverschijnselen kunnen vermoedelijk hinder van lawaai bevorderen door de prikkelrempel te verlagen (literatuur die deze interpretatie bevestigt wordt vermeld in 2.6.3 en 2.6.7).

Dat stressverschijnselen op het werk verband houden met andere arbeidsomstandigheden, wordt geïllustreerd door de samenhang met bijv. werken onder tijdsdruk, arbeidsonzekerheid en geestelijke belasting op het werk. Het spreekt vanzelf dat situaties buiten het werk eveneens kunnen leiden tot stressverschijnselen. Ook hierbij lijkt te gelden dat stressverschijnselen enerzijds veroorzaakt kunnen worden door belastende omstandigheden, maar anderzijds ook kwetsbaar maken, waardoor bijv. een hogere melding van belastende arbeidsomstandigheden kan ontstaan.

In onderstaand model zijn de meest waarschijnlijke verbanden tussen verschillende onderzoeksresultaten weergegeven, uitgaande van bovenstaande overwegingen. Delen van het model kunnen als hypothesen dienen voor voortgezet onderzoek.



Model van een aantal onderzoeksbevindingen van hoofdstuk 9.

————— betekent met een positieve invloed op

----- betekent met een negatieve invloed op

Het onderzoek bevat een aantal *beperkingen*. De transversale opzet is besproken in hoofdstuk 3. Het lage percentage werknemers ouder dan 50 jaar wijst op het vroegtijdig verlaten van het arbeidsproces van een groot aantal werknemers. De non-respons van 27%, gedeeltelijk veroorzaakt door afwezigheid wegens ziekte, zal eveneens bijgedragen hebben aan een te lage deelname van ongezonde werknemers aan het onderzoek. Voorzichtigheid is daarom geboden bij het doen van uitspraken over selectiegevoelige gezondheids- en welzijnsaspecten.

Het praktisch ontbreken van werknemers werkend in een lawaai-niveau lager dan 80 dB(A), brengt het risico met zich mee dat te weinig variatie in lawaainiveau aanwezig is om eventuele effecten waar te kunnen nemen. Het verschil tussen de lawaainiveaus in dit onderzoek is echter desondanks zeer aanzienlijk te noemen. Het dragen van gehoorbescherming, hoewel geen confounder, heeft vermoedelijk wel de kans verkleind op het ontstaan en ontdekken van extra-auditieve effecten van lawaai, als gevolg van een verminderde werkelijke blootstelling aan lawaai.

Getracht is rekening te houden met de invloed van leeftijd, gehoorbescherming en arbeidsomstandigheden op de relatie tussen lawaai en extra-auditieve effecten. Door te kiezen voor een bepaalde analysemethode is het mogelijk dat voor bepaalde versturende factoren niet is gecorrigeerd. Sommige arbeidsaspecten zoals het krijgen van een vergoeding voor belastende arbeidsomstandigheden en de mate van inspraak op de werkplek werden niet 'gemeten'. Interactie van factoren werd niet in de analyse betrokken, waardoor effecten van bepaalde combinaties van factoren niet systematisch onderzocht konden worden.

De vragenlijst-methode was een beperkende factor als zodanig omdat bepaalde vragen, zoals bijv. naar hinder van fysisch-chemische arbeidsomstandigheden, deels subjectieve, deels objectieve antwoorden opleverden, terwijl de antwoorden soms gebruikt werden als benadering van de objectieve arbeidsomstandigheden. Bij analyses met groepen werknemers als analyse-eenheid is dit geen groot probleem; wanneer echter individuen als analyse-eenheid gekozen zijn, is sprake van methodologische onzuiverheden.

Met name uit de eerstgenoemde beperkingen van dit onderzoek

valt af te leiden dat het onderzoek een *onderschatting* gegeven kan hebben van mogelijke gezondheidsrisico's. Dit betekent dat meer waarde gehecht moet worden aan gevonden verbanden tussen lawaai en extra-auditieve effecten dan aan niet gevonden verbanden. Het niet vinden van een verband tussen lawaai en mogelijke extra-auditieve effecten in dit onderzoek, betekent dus niet dat dergelijke effecten er zeker niet zijn (zie ook Hernberg, 1981).

9.7. Conclusies

1. Het lawaainiveau waaraan de werknemers waren blootgesteld was hoog: 86% van de werknemers werkte bij een gemiddeld lawaainiveau (L_{Aeq}) van meer dan 85 dB(A), 58% bij een lawaainiveau van meer dan 90 dB(A).
2. Van de werknemers had 58% een zekere mate van gehoorverlies door lawaai. Eén op de vijf werknemers had veel gehoorverlies opgelopen op het werk. Hoe groter de totale lawaai-blootstelling op het werk geweest was, hoe meer gehoorverlies door lawaai gevonden werd bij de werknemers.
3. Oorsuizen bleek iets meer voor te komen in hogere lawaainiveaus en bleek vooral samen te hangen met gehoorverlies door lawaai. Duizeligheid en heesheid bleken niet samen te hangen met lawaai-blootstelling en gehoorverlies door lawaai. Stressverschijnselen zoals gespannenheid en vermoeidheid bleken een opmerkelijk verband te hebben met zowel oorsuizen, duizeligheid als heesheid.
4. Er werd geen verband gevonden tussen de totale lawaai-blootstelling en de voor leeftijd en relatief gewicht gecorrigeerde bloeddruk, rekening houdend met diverse mogelijke andere versturende factoren. Werden de werknemers van 45 jaar en ouder uit de analyse weggelaten i.v.m. een mogelijk opgetreden selectie van oudere werknemers op gezondheidskenmerken, dan werd evenmin een verband gevonden.

5. Tussen lawaainiveau of totale lawaai blootstelling enerzijds en stressverschijnselen en medicijngebruik anderzijds konden geen directe verbanden worden aangetoond. Een groot deel van de werknemers met stressverschijnselen vond zelf echter dat lawaai mede oorzaak was van de klachten. Diverse bevindingen wijzen op de waarschijnlijkheid dat lawaai met name in combinatie met mentaal belastend werk en met werken onder tijdsdruk, kan leiden tot veel hinder en eventueel tot stressverschijnselen. Van belang zijn ook diverse fysische kenmerken van het geluid en mogelijkheden om het lawaai te controleren.

6. Hinder van lawaai komt in de onderzochte bedrijven het meest voor, vergeleken met hinder van andere fysisch-chemische arbeidsomstandigheden. Tweederde van de werknemers ondervond matig tot veel lawaaihinder. Storende geluidsbronnen werden door 84% van de werknemers genoemd. De helft van de werknemers noemde zelfs twee of meer bronnen. Ruim een kwart van de werknemers noemde werkzaamheden waarbij men sneller dan anders gestoord werd door lawaai. Mentaal belastende taken bleken het meest lawaai gevoelig. Ongeveer de helft van de werknemers had last van schrikken van lawaai, van conversatieproblemen door lawaai, waardoor gebarentaal noodzakelijk was, en van moeilijker signaalwaarneming bij gevaren.

7. In het lawaainiveau 80-85 dB(A) kwam minder hinder van lawaai voor dan in hogere lawaainiveaus. Vanaf 86 dB(A) nam de lawaaihinder niet meer toe. Andere invloeden dan het lawaainiveau bleken van groot belang voor de mate van lawaaihinder zoals de aanwezigheid van bijzonder storende geluidsbronnen en lawaai-gevoelige werkzaamheden. Het percentage werknemers dat moeite had om een praatje met elkaar te maken door het lawaai, nam meer toe met het gemeten lawaainiveau dan hinder van lawaai in het algemeen.

8. Werken onder tijdsdruk bleek bijna overal hinder van lawaai te bevorderen. Een slechte onderlinge sfeer was op twee van de zeven bedrijven van invloed. Hinder van lawaai bleek frequent samen te gaan met hinder van andere fysisch-chemische arbeidsomstandigheden.

9. Er bestond een duidelijke samenhang tussen hinder van lawaai en stressverschijnselen zoals moeheid, gespannenheid, prikkelbaarheid, concentratiemoelijkheden en meer fouten gaan maken. Lawaai leek m.n. concentratieproblemen te veroorzaken. Zowel voor de verklaring dat lawaaihinder deze klachten veroorzaakte als voor de verklaring dat de aanwezigheid van stressverschijnselen hinder van lawaai bevorderde, zijn argumenten aan te dragen.

10. Werknemers met hinder van lawaai gebruikten meer maagtabletten en hadden een wat lagere systolische bloeddruk (na correctie voor leeftijd en relatief gewicht). Voor de lagere bloeddruk kon geen duidelijke verklaring gegeven worden.

11. Jongeren en ouderen hadden ongeveer even veel hinder van lawaai. Jarenlange blootstelling aan lawaai had geen gewinning tot gevolg. Gehoorverlies leidde niet tot meer of minder hinder van lawaai in het algemeen. Gehoorverlies veroorzaakte wel grotere problemen bij het maken van een praatje met elkaar in lawaai.

12. Werknemers met hinder van uiteenlopende arbeidsomstandigheden zoals belastende werkhoudingen, fysisch-chemische en psychosociale arbeidsomstandigheden, waaronder hinder van lawaai, wilden vaker om gezondheidsredenen van werk veranderen dan werknemers zonder hinder van deze arbeidsomstandigheden. Het lawaainiveau waarin men werkte had geen invloed. Bij leidinggevenden bestonden minder, bij jongeren juist meer wensen om van werk te veranderen.
13. Werknemers die meer hinder ondervonden van lawaai, droegen meer gehoorbescherming. In hogere lawaainiveaus werd eveneens meer gehoorbescherming gebruikt. Een deel van de werknemers bleek zichzelf zodoende te beschermen tegen auditieve en extra-auditieve effecten van lawaai. De transversale onderzoeksopzet en de non-respons kunnen leiden tot een onderschatting van effecten van lawaai die gevoelig zijn voor selectiemechanismen als verloop, afvloeiingsregelingen, arbeidsverzuim wegens ziekte en WAO. Aan de gevonden verbanden tussen lawaai en mogelijke extra-auditieve effecten dient daarom meer waarde gehecht te worden dan aan niet gevonden verbanden.
14. Getracht is te corrigeren voor de eventuele verstorende invloed van diverse arbeidsomstandigheden, gehoorbescherming, leeftijd en stressverschijnselen, op de relatie tussen lawaai-blootstelling en mogelijke extra-auditieve effecten. Nader onderzoek is nodig, zodat in de toekomst gewerkt kan worden met meer uitgewerkte onderzoeks- en analysemodellen.

10 DISCUSSIE

10.1. Onderzoeksresultaten

Achtereenvolgens zullen de onderzoeksresultaten besproken worden die betrekking hebben op bloeddruk- en (nor)adrenaline-uitscheidingsveranderingen op korte termijn, bloeddrukverandering na jarenlange blootstelling, heesheid, duizeligheid, oorsuizen, hinder van lawaai, stressverschijnselen en tot slot gehoorverlies door lawaai.

De *diastolische bloeddruk* bleek in een experimentele situatie (hfdst. 5) tijdens lichte arbeid in een hoog lawaainiveau (98 dB(A)) iets verhoogd vergeleken met een controleconditie. Deze bevinding komt overeen met de resultaten van de meeste andere onderzoeken (hfdst. 2). De slechts geringe stijging (gemiddeld 1 mm kwik), is mogelijk te verklaren uit de afwezigheid van mentale belasting* tijdens het experiment. Een andere mogelijke verklaring is dat de invloed van statische spierbelasting potentiële effecten van lawaai gemaskeerd heeft. Opvallend is de afnemende polsfrequentie gedurende de periode van lawaai-blootstelling. Het is mogelijk dat hierin een toenemende parasympatische tegenregulatie zichtbaar is. In verschillende andere onderzoeken werd ook waargenomen dat een aanvankelijke bloeddrukstijging tijdens het experiment verdween (het tegenovergestelde is echter ook gevonden).

Het gelijk blijven van de systolische bloeddruk tijdens lawaai-blootstelling is overeenkomstig de bevindingen van andere onderzoeken.

De *(nor)adrenaline-uitscheiding* in de urine bleek tijdens lawaai-blootstelling niet verhoogd. Uit het literatuuroverzicht kwam naar voren dat lawaai alleen leidt tot verhoogde uitscheiding wanneer

*) Onder mentaal belastende factoren worden zowel factoren verstaan die betrekking hebben op het informatieverwerkend vermogen (Ettema, 1967) als factoren die bijv. betrekking hebben op het probleemoplossend vermogen van de mens. Mentaal belastend werk is hier gelijk gesteld aan werk waarbij een hoge aandachtsconcentratie vereist is.

mensen worden blootgesteld aan een combinatie van lawaai met uitgesproken (perceptief-) mentaal belastende factoren. De afwezigheid van mentale belasting tijdens het experiment zou het onderzoeksresultaat kunnen verklaren.

De onderzoeksresultaten geven aan dat bij routinematige werkzaamheden in de industrie slechts geringe veranderingen van de bloeddruk te verwachten zijn. Neus (1981) veronderstelt op basis van experimenteel onderzoek dat herhaaldelijk optredende geringe bloeddrukstijgingen bij daarvoor gevoeligen (volgens Neus mensen met een familiale dispositie) op de lange duur tot hypertensie kunnen leiden. Een pathologische betekenis van de gevonden bloeddrukstijging lijkt niet geheel uit te sluiten. Verdergaand onderzoek is daarom aan te bevelen; dit zou zich met name op de effecten van lawaai-blootstelling bij (perceptief-)mentaal belastende werkzaamheden en op mensen met een familiale dispositie kunnen richten.

Bloeddrukveranderingen na jaren blootstelling aan lawaai op het werk werden in de laatste twee veldonderzoeken (hfdst. 8 en 9) niet gevonden, terwijl wel toenemende gehoorverliezen door lawaai werden aangetoond. Alleen in het veldonderzoek in Den Bosch (hfdst. 6) werd een hogere bloeddruk gevonden bij werknemers die langer in hoge lawaainiveaus gewerkt hadden. De negatieve bevindingen zijn in tegenspraak met de resultaten van experimenteel onderzoek (hfdst. 2 en 5). Gewenning zou een mogelijke verklaring kunnen zijn (Neus, 1981, noemt een aantal argumenten vóór en tegen). Andere verklaringen kunnen gezocht worden in de grotere complexiteit van veldonderzoek. De invloed van andere arbeidsomstandigheden, van de aan- of afwezigheid van functionele verstoringen (zie 2.6) en van selectieprocessen, kan een rol gespeeld hebben.

De negatieve onderzoeksresultaten wijken ook af van de resultaten van onderzoek rond Schiphol waarbij aangetoond is dat vliegtuiglawaai kan leiden tot hypertensie (Knipschild, 1977b en 1977c; Knipschild en Oudshoorn, 1977). In twee verkeerslawaai-onderzoeken bleek echter géén bloeddrukverhoging aantoonbaar (Knipschild en Sallé, 1977; Knipschild et al, 1984). Vliegtuig- en verkeerslawaai zijn echter niet zonder meer vergelijkbaar met onderzoek naar effecten van lawaai op het werk. Knipschild en Oudshoorn (1977) en

Meijer et al (1981) benadrukken het optreden van *slaapstoornissen* door frequente nachtvluchten resp. nachtelijk straatverkeer. Dit is een belangrijk verschil met lawaai op het werk dat geen directe verstoring van de nachtrust veroorzaakt. Vliegtuig- en verkeerslawaai zal bovendien vrijwel altijd als "van buiten indringend" ervaren worden, terwijl lawaai op het werk soms juist een teken kan zijn van succesvolle arbeid. Het is kortom vermoedelijk niet zinvol om onderzoek naar effecten van lawaai-blootstelling met elkaar te vergelijken wanneer sprake is van een groot verschil in optreden van bepaalde functionele verstoringen of wanneer de relatie van het individu tot de lawaai-bron erg verschillend is.

Daarom is vergelijking van de onderzoeksresultaten met onderzoek naar effecten van *lawaai op het werk* van groter belang. Verbeek et al (1979) vermeldde dat in de meeste onderzoeken een bloeddrukverhoging gevonden is. In twee sindsdien verschenen onderzoeken (Malchaire en Mullier, 1979; Kornhuber en Lisson, 1981) konden deze resultaten niet bevestigd worden; in één recent onderzoek werd wel een bloeddrukverhoging gevonden (Doyon et al, 1978). Vergelijking van het eigen onderzoeksresultaat met deze onderzoeksresultaten levert zodoende geen duidelijke conclusie op. De in 2.4 besproken methodologische tekortkomingen van de meeste onderzoeken dragen er eveneens toe bij dat een definitieve evaluatie van de onderzoeksresultaten m.b.t. bloeddrukverhoging als gevolg van jarenlange blootstelling aan lawaai in de industrie nog niet mogelijk is.

In het afsluitend veldonderzoek (hfdst. 9) is getracht om een aantal methodologische verbeteringen aan te brengen. Voor de invloed van leeftijd en relatief gewicht op de bloeddruk werd gecorrigeerd, met de mogelijk verstorende invloed van andere arbeidsomstandigheden kon voor een deel rekening gehouden worden. Door de duur van de lawaai-blootstelling in het onderzoek te betrekken werden retrospectieve longitudinale onderzoekskenmerken toegevoegd. Toch blijft de mogelijkheid aanwezig dat de *transversale onderzoeksopzet* een oorzaak was voor het niet vinden van een bloeddrukverhoging. Uit het laatste veldonderzoek (hfdst. 9) blijkt bijv. dat de gemiddelde diastolische bloeddruk niet meer stijgt bij leeftijdsgroepen van 45 jaar en ouder. Dit wijst op een selectieproces

waardoor oudere mensen (met een slechtere gezondheid) ontbreken op de werkvloer. Het is echter twijfelachtig of deze selectie verantwoordelijk gesteld kan worden voor het niet vinden van een hogere bloeddruk bij werknemers die aan meer lawaai blootgesteld zijn. Een licht tot matig verhoogd bloeddruk leidt immers pas op lange termijn tot arbeidsongeschiktheid door ziekte. Een niet extreem verhoogde bloeddruk lijkt daarom geen bijzonder selectiegevoelige parameter. Deze gedachtengang wordt ondersteund door de bevinding dat bij werknemers jonger dan 45 jaar, waarbij minder selectie is opgetreden, evenmin een verband aantoonbaar was tussen lawaai-blootstelling en bloeddruk.

Geconcludeerd moet worden dat in twee (hfdst. 8 en 9) van de drie veldonderzoeken (hfdst. 6, 8 en 9) geen bloeddrukverhoging kon worden aangetoond als gevolg van lawaai-blootstelling. *Definitieve conclusies zijn echter niet te trekken*, vanwege de tegenstrijdigheid van de onderzoeksresultaten en vanwege methodologische problemen zoals het transversale karakter van het onderzoek (zie ook Hernberg, 1981). Om meer definitieve conclusies te kunnen trekken m.b.t. bloeddrukverhoging als gevolg van jarenlange lawaai-blootstelling op het werk, lijkt een *prospectief cohortonderzoek* gedurende minstens 10-15 jaar het meest geschikt. Dergelijk onderzoek is bijv. uitvoerbaar vanuit één of meerdere bedrijfsgezondheidsdiensten. Te overwegen is om per persoon steeds meerdere bloeddrukmetingen te verrichten bij verschillende gelegenheden om zodoende een meer willekeurige waarde te krijgen. Van bijzonder belang in deze lijken arbeidssituaties waarbij werknemers blootgesteld zijn aan lawaai tijdens mentaal belastend werk of bijv. tijdens werk waarbij regelmatig mondeling overleg moet plaatsvinden.

In hoofdstuk 8 (8.3.7) en 9 (9.5.9) is een significant negatief verband gevonden tussen lawaaihinder en stressverschijnselen enerzijds en de gecorrigeerde bloeddruk anderzijds. In 7.3.3 wordt daarentegen een significant positief verband beschreven. Neus (1981) vond dat lawaaihinder en psychische problematiek niet van invloed waren op de bloeddruk. Het voorkomen van hypertensie in de familie had daarentegen wél invloed, hetgeen wellicht aansluit bij bevindingen van Windemuller et al (1980) dat (iets) meer bloeddrukstijging optreedt bij mensen met een hogere bloeddruk. Knip-

schild et al (1984) vonden evenmin een invloed van verkeerslawaaihinder of psychische problematiek op de bloeddruk. Veronderstellingen als zouden psychische problemen of lawaaihinder leiden tot een hogere bloeddruk, worden niet door bovenstaande onderzoekresultaten gesteund.

Werknemers in hogere lawaainiveaus hadden niet meer last van *heesheid* dan werknemers in 'lagere' lawaainiveaus, mogelijk omdat de hogere niveaus zo hoog waren dat nog maar weinig gesproken werd. Deze interpretatie wordt ondersteund door onderzoek van Stemerding-Bartens (1963), waaruit naar voren komt dat het aantal gesprekscontacten in de industrie sterk terugloopt in hogere lawaainiveaus. Een andere mogelijke verklaring is dat weinig mensen met stembandafwijkingen spontaan klagen over heesheid (Duclos et al, 1980). Nader onderzoek zou zich kunnen richten op werknemers die frequent met elkaar moeten overleggen of die instructies moeten geven. *Duizeligheid* bleek evenmin meer voor te komen in hogere lawaainiveaus. Een verklaring kan zijn dat de niveaus niet zo extreem hoog waren als beschreven in de literatuurbespreking. Adaptatieprocessen kunnen echter evenzeer van invloed zijn. Daarom is nystagmografisch onderzoek van belang, om meer te weten te komen over de aanwezigheid en omvang van stoornissen van het evenwichtsorgaan. *Oorsuizen* als auditief effect van lawaai, bleek duidelijk verbonden met gehoorverlies door lawaai, zoals te verwachten was. Met het lawaainiveau waarin gewerkt werd bestond eveneens een (zij het zwak) positief verband.

Opvallend is de gevonden samenhang tussen oorsuizen, duizeligheid en heesheid enerzijds en stressverschijnselen en medicijngebruik anderzijds. Deze samenhang duidt erop dat oorsuizen e.d. vooral problematisch wordt wanneer de belastbaarheid gering is. Voor een deel is mogelijk ook sprake van verschillende termen voor dezelfde gevoelens. De term 'duizeligheid' bijv. heeft in bepaalde interpretaties mogelijk een betekenis die dicht in de buurt komt van 'moetheid' of 'prikkelbaarheid'.

Uit secundair onderzoek van CBS-gegevens (hfdst. 4) is te concluderen dat de helft van de arbeiders in de Nederlandse industrie vindt dat er veel lawaai is op het werk. Uit de hier besproken onderzoeken is gebleken dat veel werknemers ook *hinder van lawaai*

ondervinden. De mate van hinder is afhankelijk van het soort geluid. De meerderheid van de werknemers bleek muziek op het werk, indien aanwezig, aangenaam te vinden. Hoogfrequente en impulsgeluiden werden daarentegen op de scheepswerf (hfdst. 8) het meest genoemd als hinderlijke geluiden. In het laatste veldonderzoek (hfdst. 9) noemden zeer veel werknemers geluidsbronnen die bijzonder hinderlijk zijn.

Lawaai dat van elders komt blijkt hinderlijker dan lawaai dat men zelf voortbrengt. Dit gegeven sluit aan bij laboratoriumexperimenten waaruit blijkt dat de mogelijkheid van controle over de geluidsbron van essentieel belang is.

Lawaai kan de perceptie en communicatie verstoren zoals blijkt uit het frequent noemen van problemen om met elkaar te praten, de noodzaak van gebarentaal en het moeilijker waarnemen van bepaalde gevaarssignalen. Een kwart van de werknemers noemde werkzaamheden waarbij men sneller dan anders gestoord wordt door lawaai. Opvallend hierbij was het grote aandeel van werkzaamheden dat mentaal belastend genoemd kan worden.

Hinder van lawaai bleek in het algemeen niet beïnvloed te worden door de leeftijd of het aantal jaren dat in lawaai gewerkt was (hfdst. 8 en 9), al werd in één onderzoek meer hinder gevonden bij jongere werknemers (hfdst. 7). Er zijn daarom weinig argumenten voor de veronderstelling dat men op de lange duur wel zal wennen aan lawaai in de industrie. Overeenkomstige bevindingen komen uit recent verkeerslawaaionderzoek (Knipschild et al, 1984). Slechthorendheid bleek, zoals al lang bekend uit klinische ervaring en experimenteel onderzoek, het verstaan van een ander te bemoeilijken wanneer veel achtergrondlawaai aanwezig is. Toch gaf slechthorendheid geen aanleiding tot meer lawaaihindergevoelens, wat wellicht te danken is aan een zekere bescherming die slechthorendheid biedt tegen een aantal irriterende geluiden.

In hogere lawaainiveaus hadden meer werknemers problemen om elkaar te verstaan. De relatie tussen lawaaihinder en lawaainiveau bleek in het afsluitend veldonderzoek (hfdst. 9) echter niet zo vanzelfsprekend als op basis van het onderzoek op de scheepswerf (hfdst. 8) verondersteld werd. Boven het lawaainiveau van 86-90 dB(A) bleek het percentage werknemers met hinder niet meer te

stijgen. Dit werd vermoedelijk veroorzaakt door de (toevallige) aanwezigheid van een aantal bijzonder hinderlijke geluidsbronnen (o.a. impulsgeluiden) en van meer mentaal belastend werk in genoemd lawaainiveau.

Hinder van lawaai bleek in verschillende veldonderzoeken samen te gaan met *stressverschijnselen* zoals met klachten m.b.t. concentratieproblemen, prikkelbaarheid en gespannenheid, met gebruik van hoofdpijnmiddelen en maagtabletten, met artsenbezoek i.v.m. nervositeit, met ontevredenheid met de eigen gezondheid en met meer sigaretten roken. In het secundair onderzoek van CBS-gegevens (hfdst. 4) werd echter geen verband gevonden tussen de uitspraak dat er veel lawaai in de werkomgeving was en de VOEG-score, duidend op psychobiologische stress. De formulering van de vraag, die meer naar de aanwezigheid van lawaai vraagt dan naar hinder ervan, is een mogelijke verklaring voor dit 'afwijkend' onderzoeksresultaat. Een andere verklaring kan de samenstelling van de VOEG-vragenlijst zijn die vooral gericht is op lichamelijke stressverschijnselen.

Meer dan de helft van de werknemers met *concentratieproblemen* vond zelf dat lawaai mede oorzaak hiervan was (hfdst. 9). In hogere lawaainiveaus werden echter niet meer concentratieproblemen gevonden dan in lagere niveaus. Dit lijkt met elkaar in tegenspraak. Het frequent noemen van mentaal belastend werk als lawaai-gevoelig werk, maakt echter de verklaring plausibel dat m.n. de combinatie van lawaai met mentaal belastend werk zal leiden tot concentratiestoornissen. Het meer vóórkomen van mentaal belastend werk in relatief lagere lawaainiveaus (zie 9.5.2) heeft vermoedelijk geleid tot het niet frequenter voorkomen van concentratieproblemen in hogere lawaainiveaus.

Een vergelijkbare verklaring ligt voor de hand voor de schijnbare tegenstrijdigheid dat in hogere lawaainiveaus niet meer werknemers last hadden van stressverschijnselen zoals prikkelbaarheid en nervositeit (hfdst. 8 en 9), terwijl éénderde van de werknemers met deze klachten lawaai als mede-oorzaak beschouwde. Het lawaainiveau alleen is dus zeker niet voldoende om stressverschijnselen te veroorzaken. De meest waarschijnlijke verklaring luidt (mede gezien de statistische samenhang) dat lawaai alleen nervositeit en prikkel-

baarheid veroorzaakt, wanneer (voortdurend) sprake is van concentratieproblemen, communicatiestoornissen of hindergevoelens. Het voorkomen van dergelijke situaties is vermoedelijk sterk afhankelijk van de aanwezigheid van andere arbeidsomstandigheden dan lawaai, hetgeen kan verklaren waarom in hogere lawaainiveaus niet meer stressverschijnselen gevonden zijn, vergeleken met lagere lawaainiveaus.

Het is anderzijds ook heel aannemelijk dat mensen die reeds stressverschijnselen vertonen door bijv. sociale problemen op het werk, of door een minder goede gezondheid of problemen thuis, bijzonder kwetsbaar zijn. Zij kunnen daarom eerder hinder ondervinden van lawaai dan anderen. De *verminderde belastbaarheid* leidt dan tot een verband tussen stressverschijnselen en bijv. lawaaihinder, waarbij het feit dat iemand reeds prikkelbaar was of hoofdpijn had, van meer belang is om de lawaaihinder te verklaren dan omgekeerd. In 2.6.7 worden enkele recente onderzoeken genoemd die eveneens aannemelijk maken dat mensen met psychische problemen eerder hinder ondervinden van lawaai dan anderen.

Bij meer dan de helft van alle onderzochte werknemers werd *gehoorverlies door lawaai* geconstateerd. Een groot aantal werknemers werkzaam in hoge lawaainiveaus had een ernstig gehoorverlies (hfdst. 7, 8 en 9). Tussen de mate van het gehoorverlies en de lawaai blootstelling op het werk werd een verband gevonden, zoals te verwachten was.

In een tweetal onderzoeken (hfdst. 6 en 8) werd een (zwakke) positieve relatie gevonden tussen gehoorverlies door lawaai en de bloeddruk. De mogelijkheid bestaat dat een hogere bloeddruk of een daarmee samenhangend vaatlijden bijdraagt aan de kans op gehoorverlies door lawaai.

Prospectief cohortonderzoek bij een steekproef van werknemers in één bedrijfstak waarbij bijv. gedurende tien jaar onderzocht wordt in welke mate het gehoorverlies toeneemt, kan nuttig zijn als peilstation voor de ontwikkelingen in die bedrijfstak. Een dergelijk initiatief is reeds gestart in de bouwnijverheid (zie voor een beschrijving van het transversale gedeelte: Passchier-Vermeer en Rövekamp, 1983), doch zou ook voor de industrie opgezet kunnen worden vanuit een aantal bedrijfsgezondheidsdiensten.

10.2. Onderzoeksmodel

Het onderzoek rond Schiphol, waar o.a. een verhoogde frequentie van hypertensie gevonden is in gebieden met veel vliegtuiglawaai (Knipschild, 1976a) was één van de aanleidingen tot het hier besproken onderzoek. De vraagstelling voor het onderzoek naar extra-auditieve effecten van lawaai in de industrie luidde overeenkomstig of "bij langdurige blootstelling aan industriellawaai sprake was van een verhoogde kans op het optreden van extra-auditieve pathologische verschijnselen, in het bijzonder van het hartvaatsysteem en van de bio-chemische samenstelling van het bloed". Aan deze vraagstelling is door de projectgroep toegevoegd dat hinder van lawaai een belangrijke effect-parameter diende te zijn en dat zo mogelijk rekening gehouden moest worden met andere belastende arbeidsomstandigheden. Impliciet werd echter een *eenvoudig mono-causaal oorzaak-gevolg-model* aangenomen met lawaai blootstelling als potentieel schadelijk agens en het menselijk lichaam als een gebied waar mogelijke gezondheidsschade onderzocht kon worden.

Vanuit deze optiek gezien, heeft dit onderzoek aangetoond dat lawaai blootstelling leidt tot lawaaidoofheid, oorsuizen en hinder van lawaai. Lawaai blootstelling op korte termijn geeft weliswaar een geringe bloeddrukstijging, de invloed van jarenlange blootstelling aan lawaai blijft echter onduidelijk. In hogere lawaainiveaus bleken tenslotte niet meer klachten voor te komen van heesheid, duizeligheid en stressverschijnselen dan in lagere lawaainiveaus.

In 10.1 werden reeds een groot aantal kanttekeningen geplaatst, deels voortkomend uit de onderzoekresultaten zelf, deels voortkomend uit de literatuurbespreking. In deze paragraaf zullen we deze opmerkingen meer systematisch behandelen, ten behoeve van toekomstig arbeidsgeneeskundig onderzoek.

In de eerste plaats is gesteld dat de *transversale onderzoeksopzet* mogelijk van invloed is geweest op het onderzoek naar bloeddrukveranderingen op lange termijn. De transversale opzet is wellicht ook storend bij onderzoek naar hinder van lawaai, omdat hinder aanleiding geeft tot het dragen van gehoorbescherming en zoeken van ander werk. Een prospectieve longitudinale opzet is met name voor bloeddrukveranderingen op lange termijn aan te bevelen.

Een groot aantal opmerkingen heeft betrekking op de noodzaak om lawaai-blootstelling te beschouwen in *combinatie met andere arbeidsomstandigheden**. Hierbij wordt een *multicausaal* oorzaak-gevolg-model toegepast, waarin verscheidene arbeidsomstandigheden in een brede betekenis van het woord, een rol spelen. Geleidelijk aan werd duidelijk dat m.n. die combinaties van belang zijn die leiden tot overbelasting van psychische of fysiologische functies, en daardoor tot verstoring van werkzaamheden of communicatie. Combinaties die geen "geïntegreerde belasting" vormen voor een of ander functioneel systeem, zijn in het kader van onderzoek naar overbelasting minder belangrijk.

Genoemd zijn de combinaties van lawaai met werk waarbij een grote concentratie nodig is (mentale belasting) en met werk onder tijdsdruk, als combinaties die veel hinder kunnen veroorzaken en vermoedelijk daardoor ook stressverschijnselen. Niet gevonden, maar wel logisch te veronderstellen combinaties zijn die van lawaai met de noodzaak tot mondeling overleg, leidend tot heesheid e.d., en die van lawaai met gevaarlijke arbeidssituaties, via signaalmaskering leidend tot ongevallen. Een niet eenvoudig functioneel te verklaren combinatie, aangetoond in de literatuurbespreking (2.3), is die van lawaai met (wederom) mentale belasting, leidend tot meer (acute) bloeddrukverhoging en (nor)adrenaline-uitscheiding. Gedacht kan worden aan een overprikkeling van het reticulair arousal system (2.2). In 2.3 wordt tevens aangegeven dat dynamische spierbelasting een acute bloeddrukverhoging door lawaai kan verhinderen, wat functioneel te verklaren is door de relatief veel grotere invloed van de spierbelasting op het circulatiesysteem.

Het is overigens niet ondenkbaar dat een aantal combinaties van arbeidsomstandigheden niet van invloed zijn via verstoring van een functioneel systeem, maar direct via de beleving. Als voorbeeld kan dienen dat een slechte sfeer kan bijdragen tot meer lawaaihinder.

Onderzoek naar effecten van bepaalde combinaties zoals hierboven bepleit, moet overigens niet verward worden met onderzoek naar het frequent *voorkomen* van bepaalde combinaties, te verklaren

*) Epidemiologisch bijvoorbeeld te beschouwen als effect-modificerende factoren

vanuit het produktieproces en de produktie-organisatie (Van Dijk, 1984). In diverse hoofdstukken (4, 7, 8 en 9) is aangetoond dat blootstelling aan lawaai vaak samen gaat met blootstelling aan andere belastende arbeidsomstandigheden als vuil werk, stank, stof, rook, zwaar en gevaarlijk werk, trillingen, ongunstige klimaatomstandigheden, ploegendienst, etc. In buitenlands onderzoek werd eveneens een dergelijke *opeenhoping van belastende arbeidsomstandigheden* aangetroffen (Manninen, 1977; Elsner, 1977; Volkholz, 1977). Arbeidsomstandigheden als vuil werk, stof en stank lijken in eerste instantie echter niet van belang als factoren die kunnen bijdragen aan een eventuele overbelasting door lawaai. Zij dragen echter wel bij tot een negatieve werkbeleving. Een arbeidsplaatsverbetering die dan beperkt blijft tot lawaai-bestrijding, heeft daarom vermoedelijk weinig effect op de werkbeleving (Fortuin, 1980).

Een ander commentaar op het te eenvoudige onderzoeksmodel, komt voort uit de bevinding dat meer hinder ontstaat wanneer lawaai niet zelf geproduceerd wordt. De relatie tussen het individu (de groep) en de lawaai-bron bleek van belang voor de beleving en daardoor vermoedelijk ook voor het functioneren en voor het ontstaan van stressverschijnselen. Een vergelijkbare factor, genoemd in de literatuurbespreking, is de (on)mogelijkheid om de lawaai-blootstelling te controleren.

Een geheel andere nuancering is dat mensen die moe of gespannen zijn, meer hinder ondervinden van diverse arbeidsomstandigheden waaronder lawaai. Zij hebben ook veel meer last van bijv. oorsuizen. Dit wijst op belangrijke verschillen in belastbaarheid (mogelijk ontstaan als effect van diverse belastende factoren).

Een laatste categorie van opmerkingen betreft de bevinding dat lawaai-belasting niet passief wordt ondergaan. Werknemers kunnen reageren door gehoorbescherming te gaan dragen en door (de wens om) van werk te veranderen. Hierdoor wordt de blootstelling verminderd. Longitudinaal onderzoek is nodig om bijv. de vraag te beantwoorden of werknemers die veel hinder ondervinden een lagere bloeddruk hebben dan collega's met minder hinder, omdat zij meer gehoorbescherming zijn gaan gebruiken.

Al deze opmerkingen wijzen erop dat een eenvoudig monocausaal oorzaak-gevolg-model (met een transversale onderzoeksopzet) niet

geschikt is voor onderzoek naar extra-auditieve effecten van lawaai. In 2.6.1 is daarom een model geconstrueerd waarin de vermoedelijke samenhang tussen lawaai, verstoring van functioneren, hinder en stressverschijnselen wordt weergegeven (figuur 2.3). In verschillende onderzoeken in dit project was al rekening gehouden met een gecompliceerdere werkelijkheid. Reeds genoemd zijn de retrospectief longitudinale aspecten in de veldonderzoeken. Verschillen in leeftijd, aantal dienstjaren, gehoorverlies en mate van stress zijn gehanteerd als mogelijke verschillen in belastbaarheid. Gevraagd is niet alleen naar de beleving (hinder), maar ook naar verstoring van communicatie en werkzaamheden. Onderzocht is of het dragen van gehoorbescherming verstorend gewerkt heeft op diverse vraagstellingen, voorzover dit mogelijk was in een transversaal onderzoek. In 9.6 zijn de onderzoekresultaten samengevat in een model waarin een aantal onderlinge verbanden wordt getoond.

Een belangrijk gegeven is dat combinaties van lawaai met andere arbeidsomstandigheden (specificerende factoren), niet als zodanig onderzocht zijn. De reden hiervoor was de bewust globale en exploratieve opzet van het onderzoeksproject, gezien de nog geringe kennis van extra-auditieve effecten in de industrie. Daarbij komt dat het belang van blootstelling aan bepaalde combinaties pas in de eindfase van het onderzoek is gebleken, mede op basis van de eigen onderzoekresultaten. Het onderzoek was dus niet gericht op het voorkomen van bepaalde combinaties in de onderzoekspopulatie noch op het formeren van controlegroepen daarvoor. Door de brede opzet is bovendien van een vragenlijst gebruik gemaakt om de andere arbeidsomstandigheden te "meten". Voor het meten van bepaalde arbeidsomstandigheden is de vragenlijst-methode (met het individu als analyse-eenheid) echter minder geschikt. Er waren zodoende ook bezwaren om in de analysefase combinaties te formeren voorzover dat al enigszins mogelijk was.

Toekomstig onderzoek naar extra-auditieve effecten van industrielawaai dient rekening te houden met bovenstaand commentaar op een te eenvoudig oorzaak-gevolg-model. Het heeft anderzijds arbeidsgeneeskundig gezien, voordelen om aansluiting te zoeken bij het *belasting-belastbaarheidsmodel* (Ettema, 1967, 1973; Zielhuis, 1973), opdat de aandacht gericht blijft op het ontstaan van overbe-

lasting en zodoende van 'medische' klachten en ziekten*. Daarvoor is wel nodig dat het oorspronkelijke fysiologische kader van het belastingsonderzoek, zoals o.a. beschreven door Ettema (1973), gericht op specifieke effecten op korte termijn, wordt verruimd zodat ook minder specifieke en niet-fysiologische effecten op korte én op lange termijn een plaats vinden in het model. De belastbaarheid zou bijv. omschreven kunnen worden als (veranderbare) verwerkingscapaciteit, afhankelijk van leeftijd, lichamelijke conditie, ervaringsniveau, vaardigheden en motivatie (zie Meijman en O'Hanlon, 1983).

Daarbij dient in toekomstig onderzoek gezocht te worden naar effecten van bepaalde *combinaties*. Het is echter noch efficiënt, noch zinvol om alle denkbare combinaties te onderzoeken. Gestart kan worden met die combinaties waarvoor evidentie aanwezig is uit praktijkervaring of experimenteel onderzoek, dat juist die combinatie een belastende factor vormt.

Gericht onderzoek naar effecten van één bepaalde combinatie van factoren heeft daarbij het voordeel dat een juiste populatiekeuze gemaakt kan worden en dat het meest geschikte onderzoekinstrumentarium kan worden gekozen. Een multidisciplinaire aanpak zal veelal noodzakelijk zijn

*) Het centraal stellen van het belastingmodel in de arbeidsgeneeskunde is echter ook bekritiseerd (Wink, 1973; Jongh, 1973; Kuiper 1972, 1973 en 1974). Kuiper stelt voor om ook andere modellen te gebruiken zoals het stressmodel en het behoeftenmodel, om een eenzijdige benadering te voorkómen. Een voordeel van het stressmodel is dat een groot aantal genoemde bezwaren tegen een eenvoudig oorzaak-gevolg-model, reeds verwerkt zijn in experimenten en theorievorming. Een nadeel is de gerichtheid op stressverschijnselen, hoe breed ook gedefinieerd, waardoor verschijnselen als bloeddrukverhoging en heesheid buiten het model vallen. Bij het behoeftenmodel wordt gezocht naar tekorten in de (arbeids-)situatie, uitgaande van bepaalde menselijke behoeften. Dit heeft ontegenzeggelijk voordelen boven de 'slechts' op overbelasting en schade gerichte benadering van het meest gangbare belastingsmodel. In de realiteit is echter nog vaak sprake van arbeidsomstandigheden die kunnen leiden tot overbelasting en ziekte. Arbeidsgeneeskundig gezien lijkt daarom voorlopig een voorkeur aanwezig voor het belastingmodel. Het verschil tussen de drie genoemde modellen is overigens niet altijd even duidelijk.

11 CONCLUSIES

1. Een experiment met lichte lichamelijke arbeid tijdens blootstelling aan een hoog lawaainiveau gaf een geringe stijging van de diastolische bloeddruk te zien. Een veranderde uitscheiding van (nor)-adrenaline kon niet aangetoond worden. Het is waarschijnlijk dat lawaai-blootstelling tijdens werk waarbij een grote concentratie vereist is, meer effecten geeft. Een multidisciplinaire methodologische evaluatie van reeds verricht experimenteel onderzoek wordt aanbevolen.
2. In één veldonderzoek werd een hogere bloeddruk gevonden bij werknemers die langer in hoge lawaainiveaus gewerkt hadden. In twee andere veldonderzoeken konden echter geen bloeddrukveranderingen aangetoond worden na jarenlange blootstelling aan lawaai. De transversale onderzoeksopzet is daar mogelijk een verklaring voor, hoewel in de onderzoeken gebruik gemaakt is van retrospectieve longitudinale gegevens en de bloeddruk niet beschouwd kan worden als bijzonder selectiegevoelig. Definitieve conclusies zijn pas mogelijk na prospectief cohortonderzoek.
3. Oorsuizen komt voor bij 7% van de werknemers zonder gehoorverlies door lawaai, oplopend tot 22% bij werknemers met veel gehoorverlies door lawaai. Oorsuizen komt iets meer voor in hogere lawaainiveaus.
4. Werknemers werkzaam in hogere lawaainiveaus hadden niet meer klachten over heesheid. De lawaainiveaus waren vermoedelijk zo hoog dat nog maar weinig gesproken werd. Onderzoek is aan te bevelen bij werknemers die uit hoofde van hun beroep veel met elkaar moeten spreken, of die instructies moeten geven in hogere lawaainiveaus.

5. Duizeligheid kwam evenmin meer voor in hogere lawaainiveaus, mogelijkkerwijs omdat door gewenningsprocessen minder duizeligheid ervaren wordt. Nystagmografisch onderzoek is noodzakelijk om de omvang van de problematiek te onderzoeken.
6. Oorsuizen, duizeligheid en heesheid bleken voor een groot deel afhankelijk van de aanwezigheid van stressverschijnselen.
7. Verwacht mag worden dat de helft van de arbeiders in de Nederlandse industrie vindt dat er veel lawaai is op het werk. De helft tot ruim driekwart van de onderzochte werknemers onderzocht hinder van lawaai, o.a. afhankelijk van het lawaainiveau. Hinder van lawaai kwam in twee onderzoeken het meest voor vergeleken met hinder van andere fysische en chemische arbeidsomstandigheden. Leeftijd noch het aantal jaren dat in lawaai gewerkt was bleken van invloed op de mate van hinder. Slechthorendheid evenmin, hoewel een negatief effect gevonden is op de mogelijkheid om een praatje met elkaar te maken op het werk. Hinder van lawaai hangt samen met minder plezier in het werk en met hinder van een groot aantal andere fysische en chemische arbeidsomstandigheden. Lawaai dat van elders komt, blijkt hinderlijker dan lawaai dat zelf voortgebracht wordt. Een groot aantal geluidsbronnen is opgesomd die bijzonder hinderlijk gevonden worden. Mentaal belastend werk zoals meet- en regelarbeid, administratief werk en denkarbeit blijkt het meest lawaai-gevoelig. In hogere lawaainiveaus hadden meer werknemers problemen om elkaar te verstaan en om gevaarssignalen waar te nemen.
 Het percentage werknemers met hinder is slechts voor een beperkt gedeelte afhankelijk van het lawaainiveau (L_{Aeq}). Bepaalde geluidsbronnen zijn bijzonder hinderlijk, vermoedelijk mede door bepaalde geluidskennmerken zoals het impuls karakter van geluid. Mentaal belastende werkzaamheden leiden eveneens tot grotere hinder omdat lawaai leidt tot concentratiestoornissen. Het is daarom heel goed mogelijk dat een tamelijk hoog percentage werknemers in 'lagere' lawaainiveaus hinder heeft van lawaai.

8. Hinder van lawaai bleek samen te gaan met of voort te komen uit stressverschijnselen als klachten over concentratieproblemen, nervositeit en prikkelbaarheid, alsook met gebruik van hoofdpijn- en maagtabletten. Er bestaat zeer waarschijnlijk een causale relatie tussen lawaai-blootstelling en concentratieproblemen wanneer mentaal belastend werk verricht moet worden of wanneer een grote tijdsdruk bestaat. Nervositeit, prikkelbaarheid en moeheid kunnen daar het gevolg van zijn. Stressverschijnselen kunnen vermoedelijk ook ontstaan door communicatie- en perceptiestoornissen en hindergevoelens zonder dat verstoring van bepaalde activiteiten plaatsvindt. In hogere lawaainiveaus werden echter niet meer stressverschijnselen aangetoond dan in lagere niveaus, hetgeen benadrukt dat blootstelling aan hoge lawaainiveaus als zodanig niet altijd stressverschijnselen hoeft te veroorzaken.
9. Werknemers die stressverschijnselen vertonen om wat voor reden dan ook, bleken meer hinder van lawaai te ondervinden, als gevolg van een verminderde belastbaarheid.
10. Bij meer dan de helft van alle werknemers is gehoorverlies door lawaai geconstateerd. De mate van gehoorverlies bleek, zoals te verwachten, afhankelijk van de mate van lawaai-blootstelling op het werk. De onderzoeksbevindingen wijzen erop dat lawaaidoofheid vermoedelijk de meest voorkomende beroepsziekte van Nederland is.
11. Een opeenhoping van belastende arbeidsomstandigheden is in verschillende onderzoeken aangetoond: lawaai-blootstelling gaat frequent samen met vuil werk, stof, zwaar en gevaarlijk werk, etc. Lawaai-bestrijding alleen zal daarom niet automatisch leiden tot een aanzienlijke verbetering van de kwaliteit van de arbeid.
12. Een eenvoudig monocausaal oorzaak-gevolg-model blijkt voor een groot aantal extra-auditieve effecten van lawaai in de industrie niet geschikt. Lawaai-blootstelling blijkt met name een belasting te zijn in combinatie met bepaalde arbeidsomstandigheden en

werkzaamheden. Gedacht moet worden aan de combinatie van lawaai met mentaal belastend werk, tijdsdruk, gevaarlijke arbeidssituaties en noodzaak tot mondeling overleg. Dergelijke combinaties kunnen leiden tot overbelasting van één of meer functionele systemen.

De relatie tussen de werknemer en de lawaai-bron is eveneens van belang: het maakt bijv. veel verschil of het lawaai zelf wordt voortgebracht of van elders afkomstig is. Hinder van lawaai leidt bovendien tot het dragen van gehoorbescherming en tot de wens om van werk te veranderen, en daarmee tot vermindering van de blootstelling. Tot slot is aangetoond dat de verschillen in belastbaarheid tussen werknemers groot kunnen zijn.

Toekomstig onderzoek dient daarom gebruik te maken van een uitgewerkt belasting-belastbaarheidsmodel. Het kan gericht zijn op effecten van bepaalde, liefst vooraf gedefinieerde combinaties van belastende factoren. Het verdient voorts aanbeveling om onderzoek naar extra-auditieve effecten van lawaai multidisciplinair op te zetten.

12 BELEIDSAANBELEVINGEN

12.1. Algemeen

De onderzoekresultaten tonen aan dat lawaaidoofheid niet het enige lawaai-probleem is. Veel werknemers in de industrie hebben ook hinder van het lawaai waarin zij moeten werken. Door lawaai kan de concentratie op het werk gestoord worden, kunnen gesprekscontacten moeizaam verlopen en kan waarneming van geluidsignalen worden belemmerd.

Verlaging van het lawaainiveau zal bijdragen tot een verminderd risico op lawaaidoofheid en zal tegelijkertijd leiden tot minder extra-auditieve effecten van lawaai. Bij deze algemene uitspraak kunnen wel enkele kanttekeningen geplaatst worden. Communicatiemogelijkheden lijken bijvoorbeeld meer afhankelijk van de verdeling van lawaainiveaus over de dag dan van het L_{Aeq} . Een continu lawaainiveau van 90 dB(A) zal het onderling contact meer belemmeren dan een lawaainiveau van 100 dB(A) gedurende één uur per dag in een voor de rest van de tijd stille werkplaats, terwijl in beide situaties het $L_{Aeq,8h}$ gelijk is aan ongeveer 90 dB(A). Concentratieproblemen bleken niet alleen door het lawaainiveau, maar vooral ook door het soort werk bepaald. Hinder van lawaai tenslotte is niet alleen van het lawaainiveau afhankelijk, maar ook van andere fysische geluidskenmerken zoals van het tonaal- en impuls karakter van geluid.

Om verschillende extra-auditieve effecten doeltreffend te bestrijden kan een grotere lawaainiveauverlaging noodzakelijk zijn dan een verlaging tot 80 dB(A), noodzakelijk voor de preventie van auditieve effecten. In relatief "lage" lawaainiveaus, zoals bijvoorbeeld in 80-85 dB(A) (L_{Aeq}), bleken nog veel werknemers hinder van lawaai te ondervinden. Dit is bijv. verklaarbaar vanuit de aanwezigheid van bijzonder hinderlijke lawaai-bronnen, vanuit de concentratie waarmee gewerkt moet worden en vanuit het gegeven

dat hinder bij spraakverstaan begint op te treden vanaf een lawaainiveau van 45 dB(A).

12.2. Beleidsaanbevelingen op ondernemingsniveau

Eén van de vereisten voor een beleid is kennis over de aard en omvang van de lawaai-problematiek. L_{Aeq} -metingen met persoonlijke lawaaidosimeters zijn nuttig om het risico op lawaaidoofheid op eenvoudige wijze te bepalen. Aanvullende lawaainiveaumetingen zijn echter noodzakelijk om de lawaai-bronnen in kaart te brengen*.

Meer gecompliceerde meetmethoden als de Articulation Index en het Speech Interference Level, als maat voor de communicatiever storing, zijn voorlopig waarschijnlijk niet haalbaar in de algemene industriële praktijk. De meetmethode voorgesteld door Verwijmeren (1982), vormt een haalbaar alternatief als schatting voor de mate van communicatieverstoring. Prioriteit kan gegeven worden aan lawaai-vermindering voor werknemers die een groot deel van de dag werken in niveaus hoger dan bijvoorbeeld 70 dB(A).

Door werknemers naar hun ervaring te vragen, kan onderzoek verricht worden naar de aanwezigheid van *lawaaigevoelig werk* en *bijzonder hinderlijke lawaai-bronnen*. Uit verschillende onderzoeken in dit proefschrift is af te leiden dat op deze wijze veel informatie verkregen kan worden. De antwoorden op de vragen zijn bovendien heel goed te combineren met de eerder genoemde meetprocedure.

*) Verwijmeren (1982) heeft een voorstel gedaan voor een meet- en beoordelingsmethode passend bij de voor ons land voorgestelde wetgeving (zie 12.3). Hij stelt voor de gemiddelde lawaainiveaus te meten behorend bij de verschillende werkzaamheden van een werknemer op een gemiddelde werkdag. De gemiddelde blootsteldingsduur aan het betreffende niveau wordt eveneens gemeten, gerekend per normale dagelijkse werkperiode. Uit de zo te bepalen partiële exposities wordt vervolgens de totale expositie berekend. De gemeten niveaus kunnen gebruikt worden voor een systematische aanpak van de lawaai-bestrijding door de meetwaarden te vergelijken met de nog af te kondigen grenswaarden. De niveaus kunnen ook gebruikt worden bij de prioriteitenstelling en bij hantering van het redelijkerwijsbeginsel. Voor de methode zie ook het ICG-rapport van Tukker en Ten Wolde (1983).

Metingen gericht op het impuls karakter of het frequentie-spectrum van het geluid kunnen van aanvullende waarde zijn.

In de industrie moet rekening gehouden worden met de mogelijkheid van *opeenhoping van belastende arbeidsomstandigheden*. Lawaai bestrijding als een geïsoleerde maatregel is dan onvoldoende voor een wezenlijke verbetering van de kwaliteit van de arbeid. In dergelijke situaties moet daarom gestreefd worden naar een integrale verbetering van de hele arbeidssituatie.

De bedrijfsgezondheidsdienst, indien aanwezig, kan een bijzonder nuttige functie vervullen. Vanuit de dienst kunnen diverse lawaaimetingen verricht worden. Het audiometrisch onderzoek en het periodiek bedrijfsgezondheidskundig onderzoek kunnen gebruikt worden om op systematische wijze vragen te stellen naar bijzonder hinderlijke lawaai bronnen en lawaai gevoelige werkzaamheden. Bij het arbeidshygiënisch werkplekonderzoek (Van Dijk, 1984) kan eveneens aandacht geschonken worden aan de lawaaihinderproblematiek. Per afdeling of bedrijf kan tenslotte een overzicht gemaakt worden van de gehele lawaai problematiek. Dit overzicht kan de discussie en besluitvorming stimuleren in het bedrijf met als wenselijke uitkomst een lawaai bestrijdingsplan waar werknemers en bedrijfsleiding achter kunnen staan. Bij dit hele proces heeft de bedrijfsgezondheidsdienst de belangrijke taak om te stimuleren dat niet alleen gelet wordt op auditieve effecten en op de grenswaarde 80 dB(A), maar dat ook aandacht besteed wordt aan extra-auditieve effecten.

12.3. Overheidsbeleid

In 1972 schreef de toenmalig medisch adviseur bij het Directoraat-Generaal van de Arbeid: "Gehoopt mag worden dat bepalingen in het Veiligheidsbesluit ten aanzien van de lawaai bestrijding nu niet lang meer op zich zullen laten wachten" (Kuiper, 1972). Dat was rijkelijk optimistisch. Het heeft tot januari 1977 moeten duren voordat in het Staatsblad artikel 179a van het Veiligheidsbesluit voor fabrieken en werkplaatsen 1938 verscheen. Hierin wordt omschreven dat door machines of werkzaamheden geen schadelijk of hinderlijk geluid veroorzaakt mag worden. Is dit wel het geval dan

dienen technische of organisatorische maatregelen genomen te worden. De minister krijgt de bevoegdheid om niveaus vast te stellen waarboven geluid (en andere trillingen) geacht worden schadelijk of hinderlijk te zijn. Artikel 179a werd echter niet meteen in werking gesteld. Omdat het artikel bij de inwerkingtreding van de Arbowet als nieuwe kaderwet nog niet in werking was, is het als zodanig vervallen.

Gedurende de daarop volgende jaren werd een SER- adviesaanvraag voorbereid. Naar de indruk van PvdA-kamerleden traden daarbij vertragingen op door bezwaren vanuit het Ministerie van Economische Zaken. Dit laatste werd door Minister Albeda overigens ontkend (Handelingen Tweede Kamer 1980-1981). In 1981 verscheen tenslotte van de toenmalige Minister van Sociale Zaken een *adviesaanvraag aan de SER* over zijn beleidsvoornemens (Ministerie van Sociale Zaken, 1981; Blok, 1981; Verwijmeren, 1982). De adviesaanvraag* bevatte als beleidsvoornemen onder meer de afkondiging van een ministerieel besluit krachtens genoemd artikel 179a, vijfde lid, inhoudende dat geluid met een equivalent niveau boven 80 dB(A) geacht wordt schadelijk te zijn (voor het gehoororgaan, FvD). Overgangsregelingen en "redelijkerwijs"-bepalingen beperken echter de reikwijdte van deze overigens internationaal gezien vooruitstrevende stellingname. In het kader van de bevoegdheid om geluidniveaus aan te wijzen die aangemerkt worden hinderlijk te zijn, wordt vermeld in de adviesaanvraag dat de Minister zich voorlopig dacht te beperken tot ruimten die in gebruik zijn als nacht- en rustverblijf voor werknemers. Daarbij wordt gedacht aan een maximaal momentaan geluidniveau van 55 dB(A). Voorts wordt o.a. aangekondigd dat voor de toekomst gedacht wordt aan een verbodsregime voor arbeidsplaatsen met een niveau hoger dan 95 dB(A) (met ontheffingsmogelijkheden).

Het SER-advies verscheen in februari 1984 (SER, 1984), doch bleek een verdeeld advies te zijn. Werknemers willen de grens evenals de Minister, op 80 dB(A), stellende dat nu regels nodig zijn

*) Slechts de voor het onderwerp relevante passages van de adviesaanvraag zullen hier nader worden toegelicht.

zijn omdat de helft van de industrie- arbeiders het risico loopt op lawaaidoofheid. Werkgevers wilden 85 dB(A), hantering van zgn. geluidsdosis-niveaus en soepeler voorschriften. De bedrijven zouden te veel kosten moeten maken om aan de "te strenge" 80 dB(A)-norm te voldoen. Het wachten is nu op de Minister.

Naast de ontwikkelingen in Nederland, is nog van belang om te vermelden dat de Europese Commissie in 1982 een voorstel heeft ingediend bij de Raad, voor een richtlijn ter bescherming van werknemers tegen de schadelijke gevolgen van lawaai. Daartoe wordt een grenswaarde voorgesteld van 85 dB(A), gemiddeld over een achturige werkdag (Blok, 1983). Met genoemde grenswaarde wordt overigens gedoeld op de ontvangen dosis in het oor (eventueel met gebruik van gehoorbescherming). Bovendien is deze grenswaarde een verbodsniveau: nooit mag een werknemer in zijn oor een dag-dosis van meer dan 85 dB(A) ontvangen. Het Nederlandse stelsel houdt daarentegen in dat machines en werkzaamheden geen schadelijk geluid mogen veroorzaken, tenzij dat in redelijkheid niet gevergd kan worden.

Genoemde voorstellen voor een wettelijk beleid zijn m.n. gericht op auditieve effecten. Een grenswaarde van 80 dB(A) kan desalniettemin ook een heel belangrijke verbetering zijn met het oog op extra-auditieve effecten van lawaai. Dit neemt niet weg dat in de voorstellen weinig rekening gehouden is met andere effecten dan lawaaidoofheid. In diverse landen bestaan daarentegen reeds wettelijke normen die betrekking hebben op 'hinder' van lawaai. In de Bondsrepubliek Duitsland is de Arbeitsstättenverordnung (1976) van kracht, met het voorschrift dat het equivalent geluidniveau bij overwegend mentale ("geistigen") werkzaamheden hoogstens 55 dB(A) mag bedragen. Bij eenvoudige of overwegend gemechaniseerde kantoorwerkzaamheden en vergelijkbare werkzaamheden mag het niveau hoogstens 70 dB(A) zijn en bij alle andere werkzaamheden hoogstens 85 dB(A) (eventueel met 5 dB(A) te overschrijden). In pauze-, wacht- en slaapruiden en in waslokalen mag het lawaainiveau maximaal 55 dB(A) zijn (Brokmann, 1977). In Joegoslavië gelden verschillende grenswaarden voor handwerk, precisiehandwerk, transportcontrole, werk met veel instructie of overleg, toezichthoudende functies, werk waarbij getelefoneerd moet worden of

waarbij concentratie noodzakelijk is, en intellectueel werk in verschillende gradaties. Bovendien wordt per type arbeid onderscheid gemaakt in lawaai geproduceerd door de werknemer zelf, door anderen, en lawaai zoals van ventilatoren, waarvoor steeds afnemende grenswaarden zijn gesteld (Stekelenburg, 1980). Er bestaat overigens weinig inzicht bij de vraag in hoeverre normstellingen in allerlei landen in de praktijk ook werkelijk nageleefd worden.

In Nederland zijn verschillende niet-wettelijke richtlijnen in omloop met grenswaarden voor verschillende werksituaties, zoals P-blad no 30 van de Arbeidsinspectie (Directoraat-Generaal van de Arbeid, 1977) en de geluidscriteria van de Rijksgeneeskundige Dienst, voor kantoren. Voor de positie van de werknemers heeft het voordelen om te komen tot wettelijke grenswaarden. Een evaluatie van de situatie in de Bondsrepubliek Duitsland kan daarbij van nut zijn.

In de meeste richtlijnen of grenswaarden wordt de noodzakelijke concentratie of communicatie ten behoeve van het werk als uitgangspunt gekozen. Belemmering van de sociale contacten tussen de werknemers wordt bijvoorbeeld niet als criterium gehanteerd in P-blad no 30. Voor "andere werkplaatsen, fabriekshallen en dergelijke" wordt als limiet gegeven 'tot 80 dB(A)'. Dit heeft tot gevolg dat vrijwel alle werknemers in staat gesteld worden om redelijk comfortabel met elkaar te praten op het werk, met uitzondering van een groot deel van de werknemers die handwerk verrichten. De reeds grote kloof in arbeidsomstandigheden tussen witte- en blauwboorden-werkers wordt op deze wijze nooit gedicht. Wanneer als uitgangspunt geldt dat sociale contacten belangrijk zijn, óók (of juist) bij routinematige handarbeid, dan dienen lagere grenswaarden voor fabrieksarbeid gesteld te worden, waarbij gedacht kan worden aan 70 dB(A).

Overwogen wordt om de zorg voor het *welzijn* van de werknemers, zoals genoemd in artikel 3 van de Arbo-wet, nader te concretiseren. Hierbij kan gedacht worden aan een voorschrift dat geluidsniveaus zodanig zijn, dat werknemers hun taak ongestoord kunnen uitoefenen. Een ander voorschrift zou kunnen luiden dat geluidsniveaus zodanig zijn, dat werknemers in staat zijn met andere werknemers contact te onderhouden.

12.4. Aanbevelingen voor nader onderzoek

Diverse voorstellen voor verdergaand onderzoek zijn reeds gedaan. Voor de overzichtelijkheid zijn de belangrijkste suggesties hieronder kort vermeld. Voor de argumentatie wordt verwezen naar bepaalde hoofdstukken. De onderzoeken staan in volgorde van prioriteit, volgens de auteur.

1. Inventariserend onderzoek naar bijzonder hinderlijke lawaaibronnen, bijvoorbeeld per bedrijfstak, als bijdrage aan de prioriteitenstelling bij lawaaibestrijdingsprogramma's (hfdst. 9).
2. Onderzoek naar vermindering van sociale contacten tussen de werknemers als gevolg van blootstelling aan diverse lawaainiveaus en naar een mogelijk verband met het ontstaan van depressies (hfdst. 2, 9 en 10).
3. Nader onderzoek naar concentratieproblemen en stressverschijnselen als gevolg van lawaai-blootstelling gecombineerd met mentaal belastend werk, tijddruk, slechte sfeer en/of gebrek aan controlemogelijkheden over het lawaai (hfdst. 2, 9 en 10).
4. Onderzoek naar heesheid en stembandafwijkingen bij arbeid in hoge lawaainiveaus, waarbij spreken of roepen noodzakelijk is (hfdst. 2, 9 en 10).
5. Onderzoek naar signaalmaskering door lawaai bij gevaarlijk werk (hfdst. 2, 9 en 10).
6. Onderzoek naar nystagmografische afwijkingen en duizeligheidsklachten na jarenlange blootstelling aan lawaai (hfdst. 2, 9 en 10).
7. Multidisciplinaire methodologische evaluatie van reeds verricht experimenteel onderzoek naar psychologische en fysiologische effecten van lawaai. Evaluatiethema's kunnen zijn:

- wel of niet adapteren of gewennen aan lawaai-blootstelling
 - relatie tussen stressverschijnselen en vegetatieve effecten van lawaai
 - de onderlinge afhankelijkheid van diverse fysiologische en psychologische parameters
 - effecten van verschillende combinaties van belastende arbeidsomstandigheden
- (hfdst. 2, 5 en 10)

8. Prospectief cohortonderzoek naar bloeddrukveranderingen na jarenlange lawaai-blootstelling, rekening houdend met factoren als gehoorbescherming en met belastende combinaties van arbeidsomstandigheden zoals lawaai met mentaal belastend werk (hfdst. 9 en 10).
9. Prospectief cohortonderzoek naar gehoorverlies na jarenlange lawaai-blootstelling, rekening houdend met gebruik van gehoorbescherming. Dit voorstel is met voorstel 8 te combineren (hfdst. 10).

De meeste onderzoeken zullen multidisciplinair moeten worden opgezet. In diverse onderzoeken kan aandacht geschonken worden aan een verdere ontwikkeling van het belasting-belastbaarheidsmodel.

Sinds 1980 wordt door het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid onderzoek gestimuleerd ten behoeve van maatregelen ter voorkoming van schadelijk lawaai op de arbeidsplaats (Directoraat-Generaal van de Arbeid, 1983). Daarvoor is een onderzoeksprogramma opgesteld, gecoördineerd door de Interdepartementale Commissie Geluidhinder. Het programma bevat o.m. ontwikkeling van "stille technologie", een groot aantal inventarisaties van de stand van de techniek m.b.t. lawaai en lawaai-bestrijding, onderzoek naar bedrijfsgezondheidskundige begeleiding en naar de invloed van lawaai op de mens, o.a. gericht op hinder en veiligheid (eerste publicatie: Miedema, 1984). Het opzetten van zo'n programma is een grote stap vooruit en zal zeker positief bijdragen aan het opvullen van lacunes

in onze kennis, hetgeen van belang is voor een goede aanpak van de lawaaiproblematiek.

Wellicht kan overwogen worden of de genoemde onderzoekvoorstellen in te passen zijn in dit programma. Het zou anderzijds van groot belang zijn als universiteiten (bijvoorbeeld de universiteiten die reeds actief zijn op dit gebied) een aantal thema's konden onderzoeken, wellicht gestimuleerd door voorwaardelijke financiering.

Het is van groot belang dat werknemers- en werkgeversorganisaties op een of andere wijze betrokken zijn bij het onderzoek, om mee te bepalen welk onderzoek prioriteit heeft en om met de onderzoekresultaten aan de slag te gaan.

EFFECTEN VAN LAWAAI OP GEZONDHEID EN WELZIJN IN DE INDUSTRIE

ONDERZOEKSPROJECT M.B.T.
EXTRA-AUDITIEVE EFFECTEN VAN LAWAAI.

13 SAMENVATTING

In dit project is onderzoek verricht naar extra-auditieve effecten van lawaai bij arbeiders in de industrie, dat wil zeggen effecten van lawaai-blootstelling op organen en functies buiten het gehoor- gaan. De aandacht was met name gericht op het effect van lawaai op de bloeddruk en op het optreden van hinder van lawaai (hfdst. 3). Stressverschijnselen, oorsuizen, duizeligheid en heesheid werden op een meer globale wijze onderzocht. In één onderzoek is de uitscheiding van noradrenaline en adrenaline in de urine gemeten. Gehoorverlies door lawaai is eveneens onderzocht zodat auditieve en extra-auditieve effecten van lawaai met elkaar vergeleken kunnen worden.

Het project bestond uit verschillende onderzoeken. In de eerste plaats is een literatuuronderzoek verricht (hfdst. 2). Secundair onderzoek heeft plaatsgevonden op reeds verzamelde gegevens uit het CBS-onderzoek "De leefsituatie van de Nederlandse bevolking 1977" (hfdst. 4) en op onderzoeksgegevens van het NIPG-TNO (8.3.9 en 8.3.10). Een experimenteel onderzoek is uitgevoerd op het laboratorium (hfdst. 5). Vier veldonderzoeken zijn georganiseerd om de werknemers in de industrie te onderzoeken (hfdst. 6, 7, 8 en 9). Deze onderzoeken waren transversaal van opzet, hoewel gebruik gemaakt is van retrospectieve longitudinale gegevens door het aantal jaren blootstelling aan lawaai in het onderzoek te betrekken.

Het lawaainiveau is gemeten als het gemiddelde niveau (L_{Aeq} over 8 uur), bepaald met persoonlijke lawaaidosimeters. De bloeddruk is over het algemeen gemeten met bloeddrukmeters waarbij observer-bias kon worden vermeden. Vragenlijsten zijn gebruikt om te vragen naar van hinder van lawaai, stressverschijnselen, gebruik van geneesmiddelen en hinder van andere arbeidsomstandigheden dan lawaai. In het laatste veldonderzoek is getracht om te corri-

geren voor verstorende invloeden van verschillende factoren op het verband tussen lawaai-blootstelling en extra-auditieve effecten van lawaai.

In hoofdstuk 2 worden een groot aantal extra-auditieve effecten genoemd die in de literatuur beschreven worden. Een onderverdeling is gemaakt in algemene lichamelijke effecten zoals reflexen en vegetatieve reacties, evenwichtsstoornissen, effecten op werk, communicatie en perceptie, hinder en stressverschijnselen. In een groot aantal experimenten was de diastolische bloeddruk verhoogd tijdens blootstelling aan hoge lawaainiveaus. Verhoging van diastolische bloeddruk en van de adrenaline-uitscheiding lijkt voor een deel afhankelijk van de combinatie van lawaai met mentaal belastend werk. In onderzoeken naar het effect van jarenlange lawaai-blootstelling werd vaak een hogere bloeddruk gevonden in hogere lawaai-blootstellingsniveaus. Methodologisch bleek echter veel op deze onderzoeken aan te merken. Tenslotte is een theoretisch model geconstrueerd om de onderlinge samenhang tussen lawaai-blootstelling, verstoring van functioneren, hinder en stress te verhelderen. Naar hinder en stress als mogelijke gevolgen van lawaai in de industrie bleek verrassend weinig onderzoek verricht te zijn.

In het experimentele onderzoek (hfdst. 5) werd gedurende 80 minuten gewerkt bij een lawaainiveau van 98 dB(A). De diastolische bloeddruk was 1 mm hoger tijdens de lawaai-blootstelling, een geringe maar wel significante toename. Een veranderde uitscheiding van (nor)adrenaline kon niet aangetoond worden. De mogelijkheid is besproken dat lawaai-blootstelling meer effecten geeft tijdens werk waarbij een grotere concentratie nodig is.

In één veldonderzoek (hfdst. 6) werd een hogere bloeddruk gevonden bij werknemers die langer in hogere lawaainiveaus gewerkt hadden, na correctie voor de invloed van leeftijd. In twee andere veldonderzoeken (hfdst. 8 en 9) konden echter geen bloeddrukveranderingen aangetoond worden na jarenlange blootstelling aan lawaai, na correctie voor de invloed van leeftijd en relatief gewicht. Onderzoek naar mogelijke invloeden van selectie en van andere arbeidsomstandigheden op het verband tussen lawaai en bloeddruk, verschaftte geen nieuwe gezichtspunten. De transversale onderzoeks-

opzet blijft evenwel een mogelijke verklaring voor het niet vinden van een verband tussen lawaai-blootstelling en bloeddruk. Daarom wordt aanbevolen om prospectief cohortonderzoek uit te voeren, waarbij gedurende een aantal jaren achtereenvolgende de bloeddruk wordt gemeten. Definitieve conclusies over het effect van jarenlange blootstelling aan lawaai in de industrie op de bloeddruk, zijn vooralsnog niet mogelijk.

Uit het secundaire onderzoek m.b.v. CBS-gegevens mag geconcludeerd worden dat de helft van de arbeiders in de Nederlandse industrie vindt dat er veel lawaai is op het werk. Lawaai bleek bovendien de meest genoemde belastende arbeidsfactor (hfdst. 4).

Uit de veldonderzoeken (hfdst. 7, 8 en 9) kwam naar voren dat de helft tot ruim driekwart van de werknemers werkzaam in lawaai-gevoelige productie-afdelingen, hinder ondervond van lawaai. Leeftijd noch het aantal jaren dat in lawaai gewerkt was, bleken van invloed op de mate van hinder in tegenstelling tot de verwachting dat gewenning op zou treden. Slechthoorendheid heeft evenmin invloed, hoewel een negatief effect gevonden is op de mogelijkheid om een praatje te maken op het werk.

In hogere lawaainiveaus hadden meer werknemers problemen om elkaar te verstaan en om gevaarsignalen waar te nemen. Het percentage werknemers met hinder bleek slechts gedeeltelijk afhankelijk van het lawaainiveau. Andere factoren zijn eveneens van invloed zoals de aanwezigheid van bijzonder hinderlijke lawaibronnen, waarvan een groot aantal werden genoemd. De aard van het werk is ook van belang. Mentaal belastend werk zoals meet- en regelwerk, administratief werk en denkwerk, is meer lawaai-gevoelig. Lawaai dat van elders komt, is bovendien hinderlijker dan lawaai dat zelf geproduceerd wordt. Dergelijke factoren kunnen vermoedelijk verklaren waarom werknemers in 'lagere' lawaainiveaus soms veel hinder ondervinden.

Hinder van lawaai bleek samen te gaan met stressverschijnselen als klachten over concentratieproblemen, prikkelbaarheid en vermoeidheid, alsook met gebruik van hoofdpijn- en maagtabletten. In hogere lawaainiveaus werden echter niet meer stressverschijnselen aangetoond (hfdst. 8 en 9). Er werden evenmin meer geneesmiddelen gebruikt. Dit wijst erop dat blootstelling aan hoge lawaainiveaus

als zodanig niet altijd stressverschijnselen hoeft te veroorzaken. Een opvallend hoog percentage werknemers met concentratieproblemen vond zelf echter dat lawaai (mede) oorzaak was van de klachten (hfdst. 9). Het frequent noemen van mentaal belastende werkzaamheden als lawaaigevoelige taken, ondersteunt de hypothese van een causale relatie tussen lawaai-blootstelling en concentratieproblemen, met name wanneer mentaal belastend werk verricht moet worden. Deze hypothese wordt bovendien gesteund door gegevens uit de literatuur. Nervositeit, prikkelbaarheid en moeheid kunnen dan weer een gevolg zijn van concentratieproblemen. Een andere bevinding was dat tijdsdruk waaronder gewerkt moet worden ook een belangrijke voorwaarde kan zijn die bijdraagt aan stress door lawaai-blootstelling.

Werknemers die stressverschijnselen vertonen, kunnen echter ook kwetsbaarder zijn voor hinder door lawaai als gevolg van een verminderde draagkracht of belastbaarheid. Het is aannemelijk dat een deel van het verband tussen lawaaihinder en stressverschijnselen hierdoor verklaard kan worden, mede omdat aangetoond is dat stressverschijnselen verband houden met hinder van een groot aantal andere arbeidsomstandigheden dan lawaai (hfdst. 9).

Werknemers werkzaam in hoge lawaainiveaus hadden niet meer klachten van heesheid (hfdst. 9). De lawaainiveaus waren vermoedelijk zo hoog dat nog maar weinig gesproken werd. Daarom is nader onderzoek aanbevolen bij werknemers die veel met elkaar moeten spreken of die instructies moeten geven in hoge lawaainiveaus. Duizeligheid kwam evenmin meer voor in hogere lawaainiveaus of na meer lawaai-blootstelling (hfdst. 9). Een mogelijke verklaring is dat door gewenningsprocessen minder klachten ervaren worden. Nystagmografisch onderzoek bij werknemers is noodzakelijk om de omvang van de problematiek te onderzoeken.

Voor toekomstig onderzoek is de bevinding van belang dat oorsuizen, duizeligheid en heesheid voor een groot deel afhankelijk zijn van de aanwezigheid van stressverschijnselen.

Gehoorverlies door lawaai bleek in alle onderzoeken (hfdst. 7, 8 en 9) een veel voorkomende beroepsziekte. Meer dan de helft van alle onderzochte werknemers vertoonde tekenen van gehoorverlies door lawaai. Uit het afsluitend onderzoek (hfdst. 9) kwam naar

voren dat één op de vijf werknemers ernstige gehoorschade had opgelopen. Op de scheepsmakerij, een afdeling van de scheepsreparatiewerf, is ernstig gehoorverlies door lawaai geconstateerd bij ruim driekwart van de werknemers die daar dertig jaar of langer werkten (hfdst. 8). De bevindingen wijzen erop dat lawaaidoofheid vermoedelijk de meest voorkomende beroepsziekte in Nederland is. Tussen de mate van dit gehoorverlies en de lawaai-blootstelling is steeds een verband gevonden, zoals te verwachten was. Oorsuizen kwam drie keer zo vaak voor bij werknemers met ernstig gehoorverlies, vergeleken met werknemers zonder gehoorverlies door lawaai (hfdst. 9).

Een eenvoudig oorzaak-gevolg-model blijkt voor een groot aantal extra-auditieve effecten van lawaai in de industrie niet geschikt (hfdst. 10). Lawaai-blootstelling is geen puur fysisch gegeven. Het maakt bijv. verschil of lawaai zelf wordt voortgebracht of van elders afkomstig is. In de tweede plaats is gebleken dat de aandacht gericht moet worden op combinaties van arbeidsomstandigheden, en wel op die combinaties die leiden tot overbelasting van psychologische of fysiologische functies. Gedacht moet worden aan de combinatie van lawaai met mentaal belastend werk, tijdsdruk, noodzaak tot mondeling overleg en gevaarlijke arbeidssituaties. In de derde plaats kan opgemerkt worden dat niet altijd sprake is van éénrichtingsverkeer. Hinder van lawaai kan leiden tot dragen van gehoorbescherming en tot de wens om van werk te veranderen. Lawaai-blootstelling leidt dus tot reacties die de blootstelling tegengaan. Tot slot kan gesteld worden dat grote verschillen in belastbaarheid tussen de werknemers (hfdst. 9) evenmin passen in een eenvoudig oorzaak-gevolg-model. Toekomstig onderzoek dient daarom gebruik te maken van een meer uitgewerkt belasting-belastbaarheidsmodel.

In vier onderzoeken (hfdst. 4, 7, 8 en 9) is de aanwezigheid onderzocht van een groot aantal belastende arbeidsomstandigheden. Uit alle onderzoeken werd duidelijk dat belastende arbeidsomstandigheden vaak samen voorkomen op één werkplek. Lawaai-blootstelling blijkt bijv. vaak samen te gaan met blootstelling aan vuil werk, stof, trillingen en gevaarlijk werk. Arbeidsomstandigheden als vuil werk en stof zullen vermoedelijk niet bijdragen tot een overbelasting door lawaai, maar dragen wél bij tot een negatieve werkbeleving.

Een meeromvattende verbetering van de arbeidsplaats is dan noodzakelijk.

Uit de onderzoeken kan geconcludeerd worden dat lawaai in de industrie leidt tot gehoorverlies, vaak gecombineerd met last van oorsuizen. Lawaai blootstelling leidt daarnaast tot lawaaihinder bij de meerderheid van de werknemers, belemmert de communicatie en maskeert waarschuwingssignalen. De bloeddruk is vermoedelijk iets verhoogd tijdens werken in lawaai. De onderzoeksresultaten m.b.t. bloeddrukveranderingen op de lange duur zijn tegenstrijdig. Stressverschijnselen, heesheid en duizeligheid kwamen niet vaker voor in hogere lawaainiveaus. De combinatie van lawaai blootstelling met werkzaamheden waarvoor een grote concentratie vereist is en met werkzaamheden onder tijdsdruk lijkt echter wel tot stressverschijnselen te leiden.

Geënt op de onderzoeksresultaten worden een aantal beleidsaanbevelingen gedaan (hfdst. 12). Als algemeen uitgangspunt kan dienen dat vermindering van lawaai blootstelling zal leiden tot vermindering van extra-auditieve effecten. Afhankelijk van de gekozen criteria zal een verlaging noodzakelijk zijn tot niveaus beduidend lager dan 80 dB(A). Gedacht kan worden aan een niveau van 70 dB(A) om sociale contacten mogelijk te maken.

Op bedrijfsniveau dient een overzicht gemaakt te worden van de lawaai problematiek in elke afdeling, dat als basis kan dienen voor een lawaai bestrijdingsplan. Hiervoor moet het lawaainiveau van de verschillende lawaai bronnen gemeten worden. Daarnaast moet gevraagd worden naar lawaai gevoelig werk en naar hinder van bepaalde lawaai bronnen. Een bedrijfsgezondheidsdienst, indien aanwezig, kan hierbij een nuttige functie vervullen.

Het beleidsuitgangspunt in de SER-adviesaanvraag (Ministerie van Sociale Zaken, 1981), waarbij 80 dB(A) als grenswaarde wordt genoemd, wordt ondersteund. Tegelijkertijd wordt echter aangedrongen op een discussie die kan leiden tot wettelijke richtlijnen waarbij meer rekening gehouden wordt met extra-auditieve effecten van lawaai.

Tot slot worden een aantal voorstellen gedaan voor verdergaand wetenschappelijk onderzoek.

EFFECTS OF NOISE ON HEALTH AND WELL-BEING IN THE INDUSTRY

SUMMARY

Non-auditory effects induced by noise in industry

In this research project* non-auditory effects have been studied among workers in industry. Special attention is paid to effects of noise exposure on blood pressure and annoyance. Stress, tinnitus, dizziness and hoarseness were studied in a more global way. In one study the excretion of noradrenaline and adrenaline in urine was determined. Noise-induced hearing loss has also been studied, in order to compare auditory and non-auditory effects.

The project consisted of different studies. A literature search was carried out (chapter 2). Chapter 3 discusses methods, materials and study objectives. Two secondary analyses of existing data were conducted. In one of them, data are derived from the CBS-survey "Life conditions of the Dutch people 1977" (chapter 4). Another secondary analysis is carried out on data from a questionnaire survey by the Netherlands Institute for Preventive Health Care-TNO (chapter 8, 8.3.9. and 8.3.10). A human volunteer study took place in the Coronel Laboratory (chapter 5). Four field surveys studied workers in industry (chapters 6, 7, 8 and 9). They are cross-sectional of design, however, using retrospective longitudinal data on noise exposure.

Noise levels were measured as the mean equivalent noise levels, L_{Aeq} , 8 hours by means of personal noise dosimeters. In most studies special sphygmomanometers were used, preventing observer bias. By questionnaire the workers were asked to complete items on different aspects of annoyance by noise, stress responses, use of

*) substantially supported by a grant from the Ministry of Social Affairs and Employment

medicines and annoyance by working conditions other than noise. In the last field survey we tried to correct for confounding factors on the relationship between noise exposure and possible non-auditory effects.

In chapter two a large number of different non-auditory effects, as reported in literature, are discussed, referring to general somatic effects like reflexes and vegetative responses, vestibular impairment, effects on performance, communication and perception, subjective feelings and stress responses. In many reported volunteer experiments diastolic blood pressure becomes elevated during exposure to high noise levels. Elevated diastolic blood pressure and adrenaline excretion appear to be dependent on a combination of exposure to noise and performance of mentally stressful tasks. In epidemiological studies looking for effects after years of noise exposure, blood pressure was often reported to increase with increasing noise exposure levels. However, the design, material and methods often do not permit firm conclusions. At the end of the chapter a theoretical model is postulated to explain the relationships between noise exposure, impairment of performance and communication, annoyance and stress response. Surprisingly little field research has been carried out on annoyance and stress as possible effects of noise exposure among industrial workers.

In the human volunteer study, 24 adult male subjects performed during 80 minutes light physical work in a high noise level of 98 dB(A). Average diastolic blood pressure increased 1 mm under noise conditions, a small but significant increase. Excretion of noradrenaline and adrenaline did not increase. Supported by literature data, the discussion focused on the possibility of noise exposure exerting more effect on blood pressure during mentally stressful work in noise.

In one field survey (chapter 6), workers with long-term exposure to high noise levels had increased blood pressure, after correction for age. In two other field surveys (chapter 8 and 9) blood pressure data, corrected for age and relative weight, did not appear to be increased after long-term noise exposure. Effects to correct for selection and confounding other working conditions did not result in other conclusions. The cross-sectional design may

explain the absence of a positive correlation between noise exposure and blood pressure. Prospective cohort studies appear to be necessary, measuring blood pressure during years of exposure. Definite conclusions about the effect of noise exposure in industry on blood pressure cannot be drawn yet.

The secondary analysis of CBS data showed that about 50% of workers in Dutch industry mention high noise levels at their workplace. Moreover, noise is the most frequently mentioned negative working condition in this representative CBS survey.

The field studies (chapter 7, 8 and 9) made it clear that 50% to over 75% of workers in noisy factory departments report to be annoyed by noise exposure. Neither age, nor number of years having worked in noise influenced the level of annoyance, contrary to the expectation that habituation might have taken place. Hearing impairment had no influence either, although a negative correlation was observed between hearing impairment and the possibility to communicate on the workplace, as could be expected. At higher noise levels impaired communication and detection of warning signals increased, when compared to lower noise levels. The percentage of workers affected depends, however, only partially upon the noise level. Other factors have an influence too e.g. exposure to extremely annoying noise sources. A large number of such sources was mentioned by the workers. The type of work is also important. Mentally stressful tasks such as measuring, regulating, clerical and intellectual work appear to be extra sensitive to noise. Noise coming from elsewhere is more annoying than noise produced by own work. Such factors may explain why workers in lower noise levels sometimes perceive much annoyance.

Annoyance by noise is positively correlated with stress responses such as impaired concentration, irritability, fatigue and use of medicines against headache and stomach complaints. In higher noise levels, however, no increase of stress responses and consumption of medicines could be detected (chapter 8 and 9). It can be concluded that exposure to high noise levels as such does not automatically lead to stress. However, a strikingly high percentage of workers with problems of concentration reported noise as a (partial) cause of their symptoms (chapter 9). The hypothesis of a causal relation-

ship between noise exposure and problems of concentration, particularly when performing a mentally stressful task, is not only supported by literature, but also by reports in this study, which mention mentally stressful tasks as being more sensitive to noise. Induction of symptoms of nervousness, irritability and fatigue will presumably be the next consequence of exposure to noise. Moreover, the positive association observed between annoyance by noise and stress responses on the one hand and time pressure on the other hand, leads to suggestive evidence that time pressure too may be an important working condition contributing to stress due to noise exposure.

Workers showing stress responses, however, may also be more vulnerable to annoyance by noise as a result of a lowered capacity (increased susceptibility). A part of the association between annoyance by noise exposure and stress responses may presumably be explained in this way. This explanation is supported by the finding that stress response is also correlated with reporting of a large number of other negatively affecting working conditions.

Workers in higher noise levels did not complain more frequently about hoarseness compared to their colleagues in lower noise levels (chapter 9). Presumably noise levels were so high that communication was effectively prevented. Further investigation of workers, who have to consult each other regularly or have to give instructions under conditions of high noise exposure, is recommended.

No increase of complaints of dizziness was detected in higher noise level areas or after long-term exposure to noise (chapter 9). Habituation may be responsible for a decrease of symptoms of dizziness. Therefore, epidemiological studies, using nystagmographic analyses are recommended to investigate vestibular impairment caused by noise. Important for future research is the finding that dizziness, hoarseness and tinnitus are largely dependent on the presence of stress symptoms.

An important conclusion from all field surveys is that noise-induced hearing loss is a very widespread occupational disease (chapters 7, 8 and 9). More than 50% of all workers investigated in this project showed signs of noise-induced hearing loss. In the last field study about 20% of all workers had serious noise-induced

hearing loss. Even 75% of workers who worked for thirty years or longer in a shiprepair department, had serious noise-induced hearing loss (chapter 8). As could be expected noise-induced hearing loss is associated with the amount (noise level multiplied with years of exposure) of noise exposure. Workers with serious hearing loss complained three times as often about tinnitus as workers without noise-induced hearing loss (chapter 9).

A simple cause-effect model is not suitable for studies of the relationship between noise exposure and many non-auditory effects (chapter 10). Attention must be drawn to those combinations of working conditions that may overload psychological or physiological functions. Some combinations of specified conditions are recommended for future research. In addition, there is a difference between noise produced by the worker himself and noise from other sources. It has also been shown that dynamic processes are involved: annoyance by noise exposure leads to the use of hearing protection and stimulates the wish to change the work environment. Large differences in susceptibility between the workers could be demonstrated (chapter 9). These differences also do not fit well in a simple cause-effect model. Therefore, future research has to apply a more elaborated workload-capacity model.

In four studies the presence of a wide variety of working conditions was assessed (chapters 4, 7, 8 and 9). In all studies it became clear that negatively affecting working conditions are clustered. Noise exposure for instance mostly concurs with exposure to a large number of other working conditions, such as dirty environment, dust, vibration and dangerous work. Not all working conditions, however, will contribute to overload of psychological or physiological functions. Nevertheless they may contribute to a negative appreciation of the working environment as a whole. Integral improvement of working conditions is necessary in such situations.

Finally, from the studies the conclusion can be drawn that noise in industry causes much hearing loss, often combined with tinnitus. Noise-induced hearing loss presumably is the most widespread occupational disease in the Netherlands, as in many other industrialized countries. Noise is also the cause of annoyance for the ma-

majority of workers in the industry; noise impairs communication and masks warning signals. Until now these noise effects are generally underestimated or neglected. Blood pressure presumably increases somewhat during exposure to noise. However, data on blood pressure change in long-term exposure to noise, are contradictory. Hoarseness, dizziness and stress symptoms are not more frequently reported in higher noise levels. However, the last field study provides suggestive evidence that particularly the combination of noise with mentally stressful tasks or activities under time pressure, causes various stress symptoms.

In chapter 12 a few recommendations have been formulated for workers, managers, health experts and governmental officials. On the factory level a survey of noise problems in each department has to be carried out. The noise levels due to different sources have to be measured. In addition, one has to ask the workers for the presence of noise-sensitive tasks and of extremely annoying noise sources. An occupational health service can be very useful in this respect.

Decrease of noise level will in general result in less non-auditory effects. Dependent on the criteria to be chosen, such as among others speech-intelligibility, a decrease of noise level down to below 80 dB(A) will be necessary.

The proposal by the government of a noise standard of 80 dB(A) is supported. Non-auditory effects however, are too little taken into account. A wide discussion is needed which may lead to governmental standards which also prevent effects other than hearing loss. Finally, some proposals for future research are put forward.

LITERATUUROPGAVE

- Aarts, L., H. Bruinsma, H. Emanuel, J.P. Hop, Ph. de Jong en B.M.S. van Praag. Determinanten van WAO-toetreding. *Econ. Stat. Ber.* 18-11-1981, 1132-1138.
- Acton, W.I. Can noise cause accidents? *Occup. Saf. Health* 12 (1982) no 9, 14-16.
- Andreeva-Galanina, E.T., S.V. Alekseev, Y.M. Il'yashuk and A.V. Kadyskin. Studies of the effects of noise on man. (vert. uit Russisch: in *Gig. i Sanit.*) *Hyg. Sanitation* 34 (1969) no 4-6, 236-241.
- Andrén, L., L. Hansson, M. Björkman and A. Jonsson. Noise as a contributory factor in the development of elevated arterial pressure. *Acta Med. Scand.* 207 (1980) 493-498.
- Andrén, L., L. Hansson and M. Björkman. Haemodynamic effects of noise exposure before and after β_1 -selective and non-selective β -adrenoceptor blockade in patients with essential hypertension. *Clin. Sci.* 61 (1981) 89s-91s.
- Anticaglia, J.R. and A. Cohen. Extra-auditory effects of noise as a health hazard. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* 31 (1970) 277-281.
- Arvidsson, O. and T. Lindvall. Subjective annoyance from noise compared with some directly measurable effects. *Arch. Environ. Health* 33 (1978) 159-166.
- Bauer, R. Laboruntersuchungen zur Ermittlung des Lärmeinflusses auf die Fahr- und Steuertätigkeit. *Z. ges. Hyg.* 25 (1979) 121-124.
- Beaulieu, H.J. Personal noise dosimeters. *Nat. Saf. News* 122, nov. 1980, 35-40.
- Berg, R. van den en A.J.M. Rövekamp. De persoonlijke geluidexpositiemeter. Delft, IMG-TNO, 1981, Rapport B 462.
- Bitter, C. Geluidhinder door vliegtuigen. In: C.J. Lammers, M. Mulder en M. Schröder (red), *Menswetenschappen vandaag*, p. 251-268. Meppel, Boom, 1972.
- Blok, J.A.M. SER-Advies gevraagd over wettelijke geluidgrenzen. *Geluid en Omgeving* 4 (1981) 142-145.
- Blok, J.A.M. EG-richtlijn in voorbereiding betreffende lawaai op de arbeidsplaats. *Geluid en Omgeving* 6 (1983) 65-68.
- Bock, M., H. Lazarus and H. Hoege. Effects of noise on the efficiency of danger signals. In: *Noise as a public health problem; proc. 4th Int. Congr. Turin 1983*, ed.: G. Rossi; vol. I, p. 517-521. Milano, 1983.

- Bowman, C.E. Blood pressure errors with aneroid sphygmomanometers. *Lancet* I (1981) 1005.
- Brandenberger, G., M. Follenius, G. Wittersheim and P. Salame. Plasma catecholamines and pituitary adrenal hormones related to mental task demand under quiet and noise conditions. *Biol. Psychol.* 10 (1980) 239-252.
- Broadbent, D.E. Noise in relation to annoyance, performance and mental health. *J. Acoust. Soc. Am.* 68 (1980) 15-17.
- Brokmann, W. Arbeitslärm und Gesundheitsschutz aus ergonomischer, rechtlicher und technischer Sicht. In: *Angewandte Arbeitswissenschaft*, 1977, p 28-50.
- Bryan, M.E. and D. Tolcher. Preferred noise levels whilst carrying out mental tasks. *J. Sound Vibrat.* 45 (1976) 139-156.
- Bryan, M.E. and W. Tempest. Voorbeelden van bedrijfsaudiogrammen. *Tijds. voor bedrijfsaudiometrie* 5 (1980) 7-33.
- Burns, W. and D.W. Robinson. *Hearing and noise in industry*. London, HMSO, 1970.
- Cahani, M., G. Paul and A. Shahar. Tinnitus pitch and acoustic trauma. *Audiology* 22 (1983) 357-363.
- Carlestam, G., C.G. Karlsson and L. Levi. Stress and disease in response to exposure to noise. A review. In: *Noise as a public health problem*; proc. 2nd int. congr. Dubrovnik 1973, p. 479-486. 1973. Washington D.C., G.P.O.
- Cartwright, L.B. and R.N. Thompson. The effects of broadband noise on the cardiovascular system in normal resting adults. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* 36 (1975) 653-658.
- CBS. De leefsituatie van de Nederlandse bevolking 1977; deel I: Kerncijfers. Den Haag, Staatsuitgeverij, 1978a.
- CBS. Arbeidskrachtentelling 1975. Den Haag, Staatsuitgeverij, 1978b.
- CBS. Arbeidskrachtentelling 1977. Den Haag, Staatsuitgeverij, 1980.
- Cohen, A. Extra-auditory effects of occupational noise. Part I: Disturbances to physical and mental health. *Nat. Saf. News* 108 (1973a) august, 93-99.
- Cohen, A. Extra-auditory effects of occupational noise. Part II: Effects on work performance. *Nat. Saf. News* 108 (1973b) sept., 68-76.
- Cohen, A. The influence of a company hearing conservation program on extra-auditory problems in workers. *J. Saf. Res.* 8 (1975) 146-162.

- Cohen, A., W. Taylor and R. Tubbs. Occupational exposures to noise, hearing loss, and blood pressure. In: *Noise as a public health problem*; proc. 3rd int. congr. Freiburg, 1978, p 322-326. Rockville, Maryland, American Speech-Language-Hearing Assoc., 1980.
- Directoraat-Generaal van de Arbeid. Publicatieblad no. 30. *Bouw en inrichting van bedrijfsruimten*. Voorburg, 1977.
- Directoraat-Generaal van de Arbeid. Overzicht van onderzoeksprojecten betreffende lawaai op de arbeidsplaats. Den Haag, Min. Soc.Zaken en Werkgelegenheid, 1983. Rapport LA-HR-00-01.
- Dirken, J.M. *Arbeid en stress*. Groningen, Wolters, 1967.
- Doyon, B., J.L. Debru, A. Perdrix et al. Influence du bruit sur les valeurs de la tension artérielle. *Coeur Méd. Interne* 17 (1978) decembre, 61-65.
- Dresen, M. en E. Borghols. Lawaai en fysieke belasting. *T. Soc. Geneesk.* 56 (1978) 189-192.
- Drettner, B., H. Hedstrand, I. Klockhoff and A. Svedberg. Cardiovascular risk factors and hearing loss. *Acta Oto-Laryngol.* 79 (1975) 366-371.
- Duclos, J.C., C. Dubreuil et M.A. Faure. Bruit et larynx. *J. Fr. Oto-Rhino-Laryngol.* 29 (1980) 605-607.
- Dupuis, H. Lärm und andere physikalische Einflussfaktoren. *Z. Arbeitswiss.* 33 (1979) 23-26.
- Dijk, F. van. Lawaai bestrijding: het ministerie gehuld in stilzwijgen. *Risicobulletin* 2 (1980) nr 9, 1-2.
- Dijk, F. van. Onderzoek arbeidsomstandigheden; Onderzoek per beroepsgroep of categorie van bedrijven. *Veiligheid* 59 (1983) 611-613.
- Dijk, F. van. Globaal onderzoek naar belastende arbeidsomstandigheden. In: *Meetstrategie voor de werkplek*. Amsterdam, Coronel Laboratorium, 1984. PAOG-Nascholingssymposium, deel 2, p 207-236.
- Dijk, F. van, J. Verbeek en H. Fertigova. Bloeddruk tijdens blootstelling aan lawaai op het werk in een metaalfabriek. Een verkennend onderzoek. Amsterdam, Coronel Laboratorium, 1979.
- Dijk, F. van, J. Verbeek en F. de Vries. Effecten van lawaai op de gezondheid. Onderzoek bij een scheepsreparatiewerf. Amsterdam, Coronel Laboratorium, 1980a.
- Dijk, F. van, C.R. de Winter en F. de Vries. Verschillen tussen twee afdelingen op een scheepswerf. Amsterdam, Coronel Laboratorium, 1980b.

- Dijk, F. van, A. Souman, F. de Vries en V. Maarschalkerweerd. De bloeddruk en (nor)adrenaline-uitscheiding tijdens blootstelling aan lawaai bij het werken met schuurmachines. Amsterdam, Coronel Laboratorium, 1982a.
- Dijk, F. van, A. Souman en F. de Vries. Effecten van lawaai op de gezondheid en het welzijn in de industrie. Amsterdam, Coronel Laboratorium, 1982b.
- Dijkstra, A. Bedrijfsgezondheidskundig onderzoek naar ongunstige arbeidsomstandigheden met behulp van vragenlijsten. T. Soc. Geneesk. 59 (1981) 158-163.
- Dijkstra, A., M.P. van der Grinten, M.J.Th. Schlattmann en C.R. de Winter. Funktioneren in de arbeidssituatie. Leiden, NIPG-TNO, 1981.
- Eiff, A.W. von, G. Friedrich, W. Langewitz et al. Verkehrslärm und Hypertonie-Risiko. Munch. Med. Wochenschr. 123 (1981) 420-424.
- Eiff, A.W. von, K. Gösele, H. Hörmann et al. Wirkungen von Lärm auf die Arbeitseffektivität. Lärmbekämpfung. 30 (1983) 1-3.
- Elsner, G. Lärmquellen und Möglichkeiten ihrer Bekämpfung im Urteil von Betriebsräten und Arbeitnehmern. Bonn, Bundesministerium für Arbeit und Sozialordnung, 1977.
- Elsner, G. und K. Preiser. Lärm als Leitbelastung. Zbl. Arbeits-med. 28 (1978) no 3, 75-78.
- Ende, H.W. van den. Beschrijvende statistiek voor gedragswetenschappen. Amsterdam, Agon Elsevier, 1971.
- Erlandsson, B., H. Håkansson, A. Ivarsson and P. Nilsson. Comparison between stationary and personal noise dose measuring systems. Acta Otolaryngol. Suppl. 360 (1979) 105-108.
- Ettema, H. en W.A. Arrindell. Vliegtuiglawaai, ervaren hinder en psychopathologie. T. Soc. Geneesk. 58 (1980) 451-460.
- Ettema, J.H. Arbeidsfysiologische aspecten van mentale belasting. Assen, Van Gorcum 1967. Proefschrift Universiteit van Amsterdam.
- Ettema, J.H. Het model belasting en belastbaarheid. T. Soc. Geneesk. 51 (1973) 44-54.
- Ettema, J.H. Extra-auditieve lawaai-invloeden. T. Soc. Geneesk. 54 (1976) 769-773.
- Ettema, J.H., F. van Dijk and J. Verbeek. Noise abatement and extra-auditory effects of noise. In: Proc. AICB Congress; Varna, Bulgaria, 1980.

- Evans, E.F. Chairman's closing remarks. In: Tinnitus; Ciba Foundation symposium 85, London 1981. Eds: D. Evered and G. Lawrenson; p 232, 295-299. London, Pitman 1981.
- Fitzgerald, D.J., K.O'Malley and E.T. O'Brien. Inaccuracy of London School of Hygiene sphygmomanometer. Br. Med. J. 284 (1982) 18-19.
- Follenius, M., G. Brandenberger, C. Lecornu, M. Simeoni and B. Reinhardt. Plasma catecholamines and pituitary adrenal hormones in response to noise exposure. Eur. J. Appl. Physiol. 43 (1980) 253-261.
- Fortuin, F., D. Wijnen en T. van Keimpema. Evaluatie-onderzoek subsidieregeling arbeidsplaatsverbetering, 1977. Den Haag, Ministerie van Sociale Zaken, 1980.
- Franco, G. Noise as a health hazard. Med. Biol. Environ. 9 (1981) 51-63.
- Geltisjtsjeva, E.A. Enige bijzonderheden van het hartvaatstelsel bij jonge arbeiders (adolescenten) die onderworpen zijn aan de invloed van continu industrielawaai (Russisch). Gig. Tr. Prof. Zabol. 16 (1972) no. 7, 29-33. (vertaling beschikbaar)
- Gezondheidsraad. Apparatuur voor indirecte bloeddrukmeting. Leidschendam, Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne, 1978a.
- Gezondheidsraad. Hypertensie; interim-advies. Leidschendam, 1978b.
- Gezondheidsraad. Advies inzake hypertensie. Leidschendam, Min. van Welzijn, Volksgez. en Cultuur, 1983.
- Gierke, H.E. von. Conclusions for future work. In: Noise as a public health problem; proc. 4th int. congr. Turin 1983. Ed: G. Rossi; vol. I, p 111-117.
- Grandjean, E. Die Wirkungen des Lärms auf vegetative und endokrine Funktionen. Z. Präventivmed. 4 (1959) 3-20.
- Handelingen Tweede Kamer der Staten Generaal. Zitting 1980-1981, Aanhangsel, p 325.
- Hedstrand, H., B. Drettner, I. Klockhoff and A. Svedberg. Noise and blood pressure. Lancet II (1977) 1291.
- Hernberg, S. "Negative" results in cohort studies - how to recognize fallacies. Scand. J. Work Environ. Health 7 (1981) suppl. 4, 121-126.
- Heusch, G., W. Schulte, H. Rüddel und H. Neus. Lärm und vegetatives Nervensystem. Therapiewoche 31 (1981) 33-36.
- Holland, W.W. and S. Humerfelt. Measurement of blood-pressure: comparison of intra-arterial and cuff values. Brit. Med. J. II (1964) 1241-1243.

- Ising, H., D. Dienel, T. Günther and B. Markert. Health effects of traffic noise. *Int. Arch. Occup. Environ. Health* 47 (1980a) 179-190.
- Ising, H., T. Günther et al. Blutdrucksteigerung durch Lärm am Arbeitsplatz. Dortmund, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Unfallforschung, 1980b. Forschungsbericht 225.
- Ising, H., T. Günther, M. Handrock et al. Lärmwirkungen und Mineralstoffwechsel. *Z. Lärmbekämpf.* 28 (1981) 176-185.
- Ising, H. und T. Günther. Wirkungen mehrstündiger Lärmbelastungen auf Wohlbefinden, Körperfunktionen und Leistung des Menschen. *Lärmbekämpf.* 30 (1983) 11-15.
- ISO/R 1996-1971. Acoustics-Assessment of noise with respect to community response. International Organization for Standardization, 1971.
- Jansen, G. Adverse effects of noise in iron and steel workers. *Stahl und Eisen*, 81 (1961) 217-220.
- Jansen, G. Grenz- und Richtwerte in der Lärmbekämpfung und ihr psycho-physiologischer Aussagewert. *Kampf Lärm* 20 (1973) 71-78.
- Jansen, G. Über die Wirkung des Lärms. *Zbl. Arbeitsmed.* 31 (1981) 220-224.
- Jansen, G. und E. Gros. Untersuchungen zur Wertigkeit des Lärms zu anderen Belastungsfaktoren am Arbeitsplatz. Universität Essen, 1978.
- Jones, D. and D. Broadbent. Side-effects of interference with speech by noise. *Ergonomics* 22 (1979) 1073-1081.
- Jong, R.G. de. Beleving van geluid. In: *Cursus "Geluidhinder 1979 - beleid en onderzoek"*. Delft, Stichting Postakademiale Vorming Gezondheidstechniek, 1979.
- Jongh, J. Waarom twijfel? *T. Soc. Geneesk.* 51 (1973) 38-43.
- Jonkers, A.H., B. Sondermeijer en F.H. Bonjer. Het COPIH-project 1971-1974. IV: Bloeddruk; anamnestiche en meetgegevens. *T. Soc. Geneesk.* 55 (1977) 791-800.
- Jonsson, A. and L. Hansson. Prolonged exposure to a stressful stimulus (noise) as a cause of raised blood-pressure in man. *Lancet* I (1977) 86-87.
- Keuss, P.J.G. en M.W. van der Molen. Lawaai als omgevingsstressor. *Ned. Tijdschr. Psychol.* 35 (1980) 131-150.
- Kleber, R.J. Stressbenaderingen in de psychologie. Deventer, Van Loghum Slaterus, 1982.

- Klosterkötter, W. Neuere Erkenntnisse über Lärmwirkungen. *Kampf Lärm* 21 (1974) 103-111.
- Klosterkötter W. Extra-aurale Lärmwirkungen durch Arbeitslärm? *Arbeitsmed. Sozialmed. Präventivmed.* 10 (1975) 68-70.
- Klotzbücher, E. Extra-aurale Lärmwirkungen (literaturübersicht). *Arbeitshygienische Information Bauwesen, Berlin DDR* 12 (1976a) 35-52.
- Klotzbücher, E. Zum Einfluss des Lärms auf Leistung bei geistiger Arbeit und ausgewählte physiologische Funktionen. *Int. Arch. Occup. Environ. Health* 37 (1976b) 139-155.
- Klotzbücher, E. und K. Fichtel. Der Einfluss des Lärms auf Leistung bei Geistiger Arbeit und ausgewählte physiologische Funktionen bei unterschiedlichen Kombinationen zwischen Lärm und dynamischer Muskelarbeit. *Int. Arch. Occup. Environ. Health* 41 (1978) 237-251.
- Klotzbücher, E. und K. Fichtel. Zum Einfluss des Lärms auf die optische Signalerkennung. *Ergonomics* 22 (1979) 919-926.
- Knipschild, P. Medische gevolgen van vliegtuiglawaai. Amsterdam, Coronel Laboratorium, 1976a. Proefschrift Universiteit van Amsterdam.
- Knipschild, P. Industrielawaai en hartvaatziekte. *T. Soc. Geneesk.* 54 (1976b) 765-777; 55 (1977a) 421.
- Knipschild, P. Medical effects of aircraft noise: community cardiovascular survey. *Int. Arch. Occup. Environ. Health* 40 (1977b) 185-190.
- Knipschild, P. Medical effects of aircraft noise: general practice survey. *Int. Arch. Occup. Environ. Health* 40 (1977c) 191-196.
- Knipschild, P. and N. Oudshoorn. Medical effects of aircraft noise: drug survey. *Int. Arch. Occup. Environ. Health* 40 (1977) 197-200.
- Knipschild, P. en H. Sallé. Verkeerslawaai en hartvaatziekte, een bevolkingsonderzoek in Doetinchem. *T. Soc. Geneesk.* 55 (1977) 334-337.
- Knipschild, P., H. Meijer en H. Sallé. Wegverkeerslawaai, psychische problematiek en bloeddruk. Amsterdam, Coronel Laboratorium, 1984.
- Kornhuber, H.H. und G. Lisson. Bluthochdruck. Sind Industrie-Stressoren, Lärm oder Akkordarbeit wichtige Ursachen? *Dtsch. Med. Wochenschr.* 106 (1981) 1733-1736.
- Krönig, B., K. Dufey, K. Moergel et al. Telemetrische Untersuchungen zur Wertigkeit eines Basalblutdruckes bei Hochdruck-kranken. *Klin. Wochenschr.* 53 (1974) 809-815.

- Kryter, K.D. The effects of noise on man. New York, Academic Press, 1970.
- Kryter, K.D. Non-auditory effects of environmental noise. *Am. J. Publ. Health* (1972) 389-398.
- Kryter, K.D. and F. Poza. Effects of noise on some autonomic system activities. *J. Acoust. Soc. Am.* 67 (1980) 2036-2044.
- Kuiper, J.P. Veiligheidswet en lawaaibestrijding. *T. Soc. Geneesk.* 50 (1972) suppl. 2, 42-45.
- Kuiper, J.P. Alternatieve modellen voor de gezondheidkunde I-VI. *T. Soc. Geneesk.* 50 (1972) 44-47, 79-83, 148-149, 188-191, 224-226, 287-289.
- Kuiper, J.P. Vóór-wetenschappelijke beschouwingen over gezondheid. *T. Soc. Geneesk.* 51 (1973) 68-74.
- Kuiper, J.P. Modellen in gezondheidkunde en gezondheidszorg. *Med. Contact* 29 (1974) 367-375.
- Lazarus-Mainka, G., M. Schubeius, H. Hörmann und H. Lazarus. Sprachliche Kommunikation unter Geräuscheinwirkung und die subjektiv erlebte Belästigung. *Lärmbekämpf.* 30 (1983) 4-10.
- Lehnhardt, E. Ohrensausen und Gutachten. *HNO* 29 (1981) 169-172.
- Levin, G. Hearing protection and communication in noise. In: Noise as a public health problem; proc. 3rd int. congr. Freiburg, 1978, p 210-217. Rockville, Maryland, American Speech-Language-Hearing Assoc., 1980.
- Lindeman, H.E. De persoonlijke lawaaidosimeter. Toepassing in de bedrijfsgeneeskundige praktijk. *T. Soc. Geneesk.* 57 (1979) suppl. 1, p 13-17.
- Lüpke, A. von. Analyse von 1700 entschädigten Lärmschwerhörigkeitsfällen in Metallbetrieben. *Laryngol. Rhinol. Otol.* 57 (1978) 505.
- Malchaire, J.B. and M. Mullier. Occupational exposure to noise and hypertension: a retrospective study. *Ann. Occup. Hyg.* 22 (1979) 63-66.
- Man, A., S. Segal and L. Naggan. Vestibular involvement in acoustic trauma. *J. Laryngol. Otol.* 94 (1980) 1395-1400.
- Manninen, O. Environmental factors and employees' discomfort in three machine industry plants. University Tampere, Finland, 1977. Public Health Sciences M 32.
- Manninen, O. A study of the influences of phrasing, scaling and location of questions concerning employees' discomfort ratings due to noise. In: Schutz der Arbeiter vor Lärm; proc. int.

- symp. Dresden 1979. Berichte und Mitteilungen III, p 205-218. Dresden, Zentralinstitut für Arbeitsschutz, 1979.
- Manninen, O. and S. Aro. Noise-induced hearing loss and blood pressure. *Int. Arch. Occup. Environ. Health* 42 (1979) 251-256.
- Manninen, O. and S. Aro. Urinary catecholamines, blood pressure, serum cholesterol, and blood glucose response to industrial noise exposure. In: 19th Int. Congr. on Occupational Health, Dubrovnik, 1978; vol. 2, p 713-718. Zagreb, 1980.
- Matsui, K. and H. Sakamoto. The understanding of complaints in a noisy workshop. *Ergonomics* 14 (1971) 95-102.
- McLean, E.K. and A. Tarnopolsky. Noise, discomfort and mental health. *Psychol. Med.* 7 (1977) 19-62.
- Merluzzi, F. Occupational health aspects of noise. In: Schutz der Arbeiter vor Lärm; proc. int. symp. Dresden 1979; Berichte und Mitteilungen III, p 6-26. Dresden, Zentralinstitut für Arbeitsschutz, 1979.
- Merluzzi, F., P.B. Duca, M. Ciuffreda. Tinnitus and occupational exposure to noise. In: Noise as a public health problem; proc. 4th int. congr. Turin 1983, ed.: G. Rossi; vol. I, p 377-380. Milano, 1983.
- Meijer, H., P. Knipschild en H. Sallé. Hinder en slaapstoring door verkeersgeluid. Amsterdam, Coronel Laboratorium, 1981.
- Meijman, F. en J. O'Hanlon. Arbeidsbelasting. Arbeids- en Organisatiepsychologie (1983) no. 7, 1-38.
- Miedema, H.M.E. Hinder door geluid op de arbeidsplaats; literatuurstudie. Delft, IMG-TNO, 1984, Rapport D80.
- Ministerie van Sociale Zaken. Adviesaanvraag met betrekking tot het voorkomen en beperken van overmatig geluid in fabrieken of werkplaatsen. Den Haag, 1981.
- Møller, A.R. Occupational noise as a health hazard. *Scand. J. Work Environ. Health* 3 (1977) 73-79.
- Mosskov, J.I. Experimentelle Untersuchungen über Lärmwirkungen auf den Menschen. Amsterdam, Coronel Laboratorium, 1976. Proefschrift Universiteit van Amsterdam.
- Mosskov, J.I. and J.H. Ettema. Extra-auditory effects in short-term exposure to aircraft and traffic noise. *Int. Arch. Occup. Environ. Health* 40 (1977a) 165-173.
- Mosskov, J.I. and J.H. Ettema. Extra-auditory effects in short-term exposure to noise from a textile factory. *Int. Arch. Occup. Environ. Health* 40 (1977b) 174-176.

- Moskov, J.I. and J.H. Ettema. Extra-auditory effects in long-term exposure to aircraft and traffic noise. *Int. Arch. Occup. Environ. Health* 40 (1977c) 177-184.
- Nabelek, A.K. Acoustics of enclosed spaces for linguistically impaired listeners. In: *Noise as a public health problem; proc. 4th int. congr. Turin 1983*, ed.: G. Rossi; Vol. I, p 501-511. Milano, 1983.
- Nemecek, J. Kritische Bemerkungen zum Entwurf der Richtlinie. VDI 2569 "Schallschutz im Büro" auf grund von Untersuchungsergebnissen über Bürolärmstörungen. *Z. Lärmbekämpfung* 27 (1980) 172-174.
- Nemecek, J. und V. Turrian. Der Bürolärm und seine Wirkungen. *Kampf Lärm* 25 (1978) 50-57.
- Neus, H. Auswirkungen des Lärms auf den Blutdruck. *Z. Lärmbekämpfung* 28 (1981) 105-110.
- Neus, H., G. Schirmer, H. Rüdell und W. Schulte. Zur Reaktion der Fingerpulsamplitude auf Belärmung. *Int. Arch. Occup. Environ. Health* 47 (1980) 9-19.
- Nijhuis, F. en J. Soeters. Ziekteverzuim, arbeidsongeschiktheid en de organisatie van de arbeid. *T. Soc. Gezondheidszorg* 61 (1983) 686-693.
- Ohström, M., M. Björkman and R. Rylander. Subjective evaluation of work environment with special reference to noise. *J. Sound Vibrat.* 65 (1979) 241-249.
- Oosterveld, W.J., A.R. Polman and J. Schoonheydt. Vestibular implications of noise-induced hearing loss. *Brit. J. Audiol.* 16 (1982) 227-232.
- Passchier-Vermeer, W. Gehoorverlies ten gevolge van continue expositie aan constant lawaai met een breed frequentiespectrum. *T. Soc. Geneesk.* 50 (1972) suppl. 2, 16-20.
- Passchier-Vermeer, W. Occupational hearing loss. Delft, IMG-TNO, 1975. Rapport B 332.
- Passchier-Vermeer, W. Industrielawaai. Schatting van het aantal personen werkzaam in de Nederlandse industrie, die op arbeidsplaatsen aan lawaai zijn geëxponéerd. Delft, IMG-TNO, 1976. Rapport B 347.
- Passchier-Vermeer, W. Measurement and rating of impulse noise in relation to noise-induced hearing loss. In: *Noise as a public health problem; proc. 4th int. congr. Turin 1983*, ed.: G. Rossi; vol. I, p 143-157. Milano, 1983.
- Passchier-Vermeer, W. en J.H.G.M. Dijkers. Audiometrie in de bedrijfsgezondheidszorg. *T. Soc. Geneesk.* 57 (1979) suppl. 1, 4-10.

- Passchier-Vermeer, W., J.G.J.M. Scheffer en J.H.G.M. Dijkers. Vergelijking dremelaudiometrie en screeningsaudiometrie. *T. Soc. Geneesk.* 57 (1979) suppl. 1, 11-12.
- Passchier-Vermeer, W. en A.J.M. Rövekamp. Rapportering van de eerste fase van het transversale gehooronderzoek in de bouwverheid. Delft, IMG-TNO, 1983. Rapport B 533.
- Plomp, R., A.J. Duquesnoy and G.F. Smoorenburg. Effects of noise and reverberation on the speech-reception threshold of hearing-impaired listeners. In: *Noise as a public health problem; proc. 4th int. congr. Turin 1983*, ed.: G. Rossi; vol. I, p 489-500. Milano, 1983.
- Ponomarenko, I.I. Het effect van stabiel hoogfrequent industrielaawaai op bepaalde fysiologische functies in adolescenten. *Gig. i. Sanit.* 31 (1966) 29-33 (in het Russisch, vertaling beschikbaar).
- Ramsey, M. Noninvasive automatic determination of mean arterial pressure. *Med. Biol. Eng. Comput.* 17 (1979) 11-18.
- Rehm, S. Research on extraaural effects of noise since 1978. In: *Noise as a public health problem; proc. 4th int. congr. Turin 1983*; ed.: G. Rossi; vol. I, p 527-547. Milano, 1983.
- Rodenburg, M. Slechthorenden en geluidhinder. *Geluid en Omgeving* 4 (1981) 28-31.
- Roeleveld, N., H. Kromhout en G. Suurmond. WAO en arbeidsomstandigheden. Wageningen, Landbouwhogeschool, 1982. Rapport Gezondheidsleer 138.
- Rontal, E., H.J. Jacob, M. Rontal and M.I. Rolnick. Vocal cord dysfunction - an industrial health hazard. *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol.* 88 (1979) 818-821.
- Rose, G.A., W.W. Holland and E.A. Crowley. A sphygmomanometer for epidemiologists. *Lancet* I (1964) 296-300.
- Rövekamp, A.J.M. Invloed van woonomgevingsgeluid op de mens. Delft, IMG-TNO, 1980. Rapport B 432.
- Rövekamp, A.J.M. Geluidgevoelige proefpersonen en lawaai in de woonomgeving. Delft, IMG-TNO, 1981. Rapport B 479.
- Rövekamp, A.J.M. en W. Passchier-Vermeer. Geluidsinvloeden. Delft, IMG-TNO, 1977. Rapport B 373.
- Rövekamp, A.J.M. en R. van den Berg. Meetmethoden van lawaai op de arbeidsplaats. Delft, IMG-TNO, 1980. Rapport B 450.
- Rudow, B. und K. Scheuch. Konzepte und Begriffe in der psychologischen Stressforschung - eine kritische Betrachtung aus tätigkeitstheoretischer Sicht. *Ned. Tijdschr. Psychol.* 37 (1982) 361-382.

- Scheidt, R. und C. Brückner. Extraaurale Wirkung des Lärms - Eine Literaturauswahl zum gegenwärtigen Erkenntnisstand. Z. ges. Hyg. 27 (1981) 733-738.
- SER. Advies geluid op de arbeidsplaats. Den Haag, Sociaal-Economische Raad, 1984.
- Shatalov, N.N., A.O. Saitanov and K.V. Glotova. Over de toestand van het hartvaatstelsel bij blootstelling aan continu geluid (Russisch) Gig. Tr. Prof. Zabol. 6 (1962) no. 7, 10-14. (Engelse vertaling).
- Slob, A., A. Wink and J.J. Radder. The effect of acute noise exposure on the excretion of corticosteroids, adrenalin and nor-adrenalin in man. Int. Arch. Arbeitsmed. 31 (1973) 225-235.
- Smolensky, M.H., S.E. Tartar, S.A. Bergman et al. Circadian rhythmic aspects of human cardiovascular function: a review by chronobiologic statistical methods. Chronobiologia 3 (1976) 337-367.
- Smooenburg, G.F. Relatie toonaudiogram - spraakaudiogram en het effect van gehoorbeschermingsmiddelen in de praktijk. Voor- dracht voor VWVA-NVAB, 1981.
- Smooenburg, G.F., J.A.P.M. de Laat and R. Plomp. The effect of noise-induced hearing loss on the intelligibility of speech in noise. In: "Hearing and hearing prophylaxis", ed.: H.M. Borchgrevink, Scand. Audiol. Suppl. 16 (1982) 123-133.
- Spoor, A. Audiogram en leeftijd. T. Soc. Geneesk. 50 (1972) suppl. 2, 11-15.
- Stansfeld, S. Noise sensitivity and psychiatric disorder in a community sample. In: Noise as a public health problem; proc. 4th int. Congr. Turin 1983; ed.: G. Rossi; vol. I, p 703-706. Milano, 1983.
- Stekelenburg, M. Over normen welke men in de bedrijfsgeneeskundige praktijk aan kan houden bij de bestrijding van het lawaai-syndroom. Nijmegen, Inst. Soc. Geneesk., 1980. Scriptie.
- Stekelenburg, M. Is 80 dB(A) werkelijk de grens tussen schadelijk en onschadelijk geluid? T. Soc. Geneesk. 60 (1982) 425-432.
- Stemerding-Bartens, J. De gevolgen van communicatieverstoring in arbeidsgroepen. In: Mensen, groepen, organisaties; red. M. Mulder; Assen, Van Gorcum, 1963, p 132-166.
- Sturmans, F. Epidemiologie. Theorie, methoden en toepassing. Nijmegen, Dekker & Van de Vegt, 1982.
- Suter, A.H. Hearing level and speech discrimination in noise. In: Noise as a public health problem; proc. 3rd int. Congr. Freiburg 1978, p 203-209. Rockville, Maryland, American Speech-Language-Hearing Assoc., 1980.

- Takala, J. Noise and blood pressure. Lancet II (1977) 974-975.
- Thompson, S.J. Effects of noise on the cardiovascular system: appraisal of epidemiologic evidence. Columbia, University of South Carolina, 1981.
- Tsaneva, N., E. Dincheva and N. Stoyanova. The catecholamines as a criterion for the functional state in different activities. Aggressologie 16 (1975) 179-185.
- Tukker, J.C. en T. ten Wolde. Lawaai op de arbeidsplaats. Meting en beoordeling van schadelijk lawaai op de arbeidsplaats. Delft, Technisch Fysische Dienst TNO-TH, 1983. Rapport LA-HR-07-01.
- Valkenburg, H.A., A. Hofman, F. Klein en F.N. Groustra. Een epidemiologisch onderzoek naar risico-indicatoren voor hart- en vaatziekten (EPOZ). I. Bloeddruk, serumcholesterolgehalte, Quietel-index en rookgewoonten in een open bevolking van vijf jaar en ouder. Ned. Tijdschr. Geneesk. 124 (1980) 183-189.
- Verbeek, J., F. van Dijk, P. Knipschild en H. Fertigova. Effecten van industrielawaai op de gezondheid, anders dan lawaaidoofheid. T. Soc. Geneesk. 57 (1979) suppl. 1, p 32-36.
- Verbeek, J., H. van Huygenvoort, F. van Dijk en H. Sallé. Industrielawaai en bloeddruk. T. Soc. Geneesk. 58 (1980a) 446-450.
- Verbeek, J., F. van Dijk en F. de Vries. Effecten van lawaai en andere arbeidsfactoren op de gezondheid. Verkennend onderzoek bij een metaalindustrie. Amsterdam, Coronel Laboratorium, 1980b.
- Verbeek, J., F. de Vries en F. van Dijk. Analyse van het CBS-onderzoek: "De Leefsituatie van de Nederlandse bevolking 1977". Amsterdam, Coronel Laboratorium 1982.
- Verberk, M.M. en O. Kempers. Vibratiezin en tastzin na 80 min. werken met trillende schuurmachines. Amsterdam, Coronel Laboratorium, 1982. Rapport.
- Verwijmeren, M.A.P. Aspecten van de uitvoeringsaanpak. Geluid en Omgeving 5 (1982) 88-91.
- Vingerhoets, A.J.J.M. Catecholamine-uitscheiding en menselijk functioneren: een review. T. Soc. Gezondheidszorg 61 (1983) 534-541.
- Völker, E.J. Privacy und Akustische Behaglichkeit im modernen Bürobau. Kampf Lärm 25 (1978) 26-31.
- Völker, E.J. Störgeräusche im Grossraumbüros - Pegelverhältnisse und Bewertungen. Kampf Lärm 26 (1979) 70-73.
- Volkmolz, V. Belastungsschwerpunkte und Praxis der Arbeitssicherheit. Bonn, Bundesministerium für Arbeit und Sozialordnung, 1977.

Vuori, J. The subjective symptoms and noise annoyance of workers exposed to impulse noise and continuous noise. In: Noise as a public health problem; proc. 4th int. congr. Turin 1983, ed.: G. Rossi; Vol. II, p 875-878.

Wagemann, W. Die subjektiven Beschwerden der Lärmschwerhörigkeit. Monatsschr. Unfallheilkd. 68 (1965) 546-553.

Webster, J.C. Noise and communication. In: Noise as a public health problem; proc. 3rd int. congr. Freiburg, 1978, p 687-689. Rockville, Maryland, American Speech-Language-Hearing Assoc., 1980.

Werkgroep Lawaai-invloeden CARGO-TNO. Aanbevelingen voor audiometrisch onderzoek bij een gehoorbeschermingsprogramma. Den Haag, 1981.

Westman, J.C. and J.R. Walters. Noise and stress: a comprehensive approach. Environ. Health Perspect. 41 (1981) 291-309.

Windemuller, F.J.B. en P.G. Blinkhoff. Bloeddruk meten: de Dinamap 845 (automaat) vergeleken met de Riva-Rocci methode. Amsterdam, Coronel Laboratorium, 1979.

Windemuller, F., P. Blinkhof en J.H. Ettema. De bloeddrukveranderingen van hypertensieven en normotensieven door verkeersgeluid. Amsterdam, Coronel Laboratorium, 1980.

Wink, A. Belasting en stress. T. Soc. Geneesk. 51 (1973) 60-63.

Winter, C.R. de. Verzuim, uitspraken van werknemers en latere arbeidsongeschiktheid. Leiden, NIPG-TNO, 1983.

Zielhuis, R.L. Het model belasting en belastbaarheid in de sociale geneeskunde. T. Soc. Geneesk. 51 (1973) 55-59.

BIJLAGEN

Onderzoekafspraken (Voorwoord)

Het onderzoek naar eventuele gezondheidsschade door lawaai in de industrie, anders dan lawaaidoofheid, is een onderzoek van het Coronel Laboratorium van de Geneeskundige Faculteit van de Universiteit van Amsterdam. Het onderzoek wordt gefinancierd door het Directoraat-Generaal van de Arbeid (Ministerie van Sociale Zaken). Supervisoren van het onderzoek zijn Prof. Dr R.L. Zielhuis en Dr. J.H. Ettema. Het onderzoek wordt gedaan door F. van Dijk, bedrijfsarts, en J. Verbeek, medisch doctorandus. Beiden zijn hiervoor part-time aan het Coronel Laboratorium verbonden.

Een dergelijk epidemiologisch onderzoek kan alleen plaatsvinden in een zo nauw mogelijke samenwerking met een aantal bedrijfsgeneeskundige diensten. Dit is zowel van belang voor de werknemers, voor de bedrijfsgeneeskundige diensten zelf, als voor het wetenschappelijk onderzoek. Voor de werknemers is een goede samenwerking van belang, omdat anders geen sprake kan zijn van een goede verdere begeleiding of nazorg, als individuele of collectieve resultaten daar aanleiding toe geven.

Voor de bedrijfsgeneeskundige dienst kan een goede samenwerking tot voordeel hebben dat, zoveel mogelijk gezamenlijk, onderzoek wordt gedaan naar voorheen minder bekende aspecten van de relatie arbeid-gezondheid op het eigen bedrijf. De resultaten van het onderzoek zijn individueel en collectief ten voordele van de bedrijfsbevolking te gebruiken.

Voor de wetenschappelijke onderzoekers is een goede samenwerking van belang omdat zo de mogelijkheid geopend wordt om met behulp van 'lokale experts' een groot aantal werknemers en arbeidsomstandigheden te onderzoeken. Dit met het doel meer te weten te komen over mogelijke gezondheidsschade door lawaai op het werk, een vraagstelling die voor alle betrokkenen van belang is.

Voor de bedrijven zelf tenslotte is een dergelijk onderzoek van belang om zodoende gegevens te krijgen over de arbeidsomstandigheden en de mogelijke effecten ervan op ziekte en ongevallen.

Bij deze opzet moet echter ook rekening gehouden worden met een aantal belangen van verschillende aard, die alle aandacht verdienen. Duidelijke afspraken vooraf zijn daarom gewenst zodat iedereen weet wat de doelstellingen zijn van het onderzoek en hoe de onderzoeksprocedure eruit ziet.

De belangrijkste uitgangspunten en afspraken zijn:

1. De belangen van de werknemers als individu moeten gewaarborgd worden, dat wil zeggen:
 - a. privacy van persoonsgebonden gegevens, alleen de bedrijfsgeneeskundige dienst krijgt de persoonlijke onderzoeksgegevens; deze worden nooit verstrekt aan de bedrijfsleiding of aan derden. Dus waarborgen voor anonimiteit;
 - b. de resultaten van het onderzoek waar het voor de gezondheid relevante gegevens betreft, worden zo spoedig mogelijk door

- de bedrijfsgeneeskundige dienst aan de betrokkene meegedeeld;
c. nazorg en begeleiding door de bedrijfsgeneeskundige dienst worden gegeven waar onderzoeksgegevens daartoe noodzaken;

De belangen van de werknemers collectief moeten gewaarborgd worden, dat wil zeggen:

- a. de ondernemingsraad wordt vanaf het begin betrokken bij het onderzoek;
 - b. het verslag van de collectieve resultaten, dus zonder persoonlijke gegevens gaat tegelijkertijd naar de directie en de ondernemingsraad, dit geldt zowel voor de collectieve resultaten van het betreffende bedrijf, als het uiteindelijke resultaat van het gehele onderzoek.
2. De belangen van het bedrijf moeten gewaarborgd worden, dat wil zeggen:
- a. het bedrijf wordt bijv. via de afdeling personeelszaken vanaf het begin betrokken bij het onderzoek;
 - b. het verslag van de collectieve resultaten gaat tegelijkertijd naar de directie en de ondernemingsraad;
 - c. er wordt voor een zorgvuldige verslaggeving zorggedragen, zodat herkenbaarheid van de deelnemende bedrijven wordt voorkomen; dus ook hier waarborgen van anonimiteit;
 - d. de bedrijfsgegevens als zodanig worden niet aan de Arbeidsinspectie gerapporteerd.
3. De belangen van de bedrijfsgeneeskundige dienst moeten gewaarborgd worden, dat wil zeggen:
- a. er moet een goede samenwerking met de wetenschappelijke onderzoekers zijn, zodat zoveel mogelijk van een gezamenlijk onderzoek sprake is;
 - b. de onafhankelijke plaats van de bedrijfsgeneeskundige dienst in de onderneming moet gerespecteerd worden door de lokale opzet, wijze van uitvoering en verslaggeving alleen in overleg met de bedrijfsgeneeskundige dienst te doen plaatsvinden.
4. Het wetenschappelijk niveau van het onderzoek moet gewaarborgd worden, dat wil zeggen:
- de opzet, uitvoering en verslaggeving van het onderzoek moet voldoen aan wetenschappelijke normen en moet beantwoorden aan de oorspronkelijke doelstelling.

September 1978,

F. van Dijk
J. Verbeek

BIJLAGE 2

Factoranalyse arbeidsomstandigheden (hoofdstuk 4)

Behalve correlaties tussen de arbeidsomstandigheden werd het onderlinge verband en de interne structuur nader bekeken via een principale componentenanalyse. In deze analyse werden ook ploegenarbeid, onregelmatig werk en reistijd als arbeidsbelastingen betrokken. Na varimax rotatie werden de volgende vier componenten gevonden (factorlading, voorzover $\geq .40$, tussen haakjes).

- Factor I : stank (.81), lawaai (.70), vuil werk (.70), en gevaarlijk werk (.52); te benoemen als "vuil werk met veel lawaai".
- Factor II : tempodruk (.81), lichamelijk zwaar werk (.75), gevaarlijk werk (.43) en vuil werk (.41); wellicht te benoemen als "zware arbeid onder hoog tempo".
- Factor III : ploegendienst (.78), onregelmatig werk (.81). Deze factor zouden we "onregelmatige werktijden" kunnen noemen.
- Factor IV : reistijd (.68), eentonig werk (-.68) en gevaarlijk werk (.40). Deze component is moeilijk te benoemen.

Tabel

Eigenwaarde, cumulatief verklaarde variantie en communaliteit behorend bij de gevonden factoren.

	eigen- waarde	cumulatief verklaarde variantie	%	h^2
Factor I	2.6	26.1		.51
Factor II	1.4	40.1		.67
Factor III	1.2	52.6		.71
Factor IV	1.1	63.6		.59

Toelichting:

h^2 = communaliteit = het percentage verklaarde variantie van een variabele door de aangegeven factoren.
eigenwaarde = (bij principale componentenanalyse) de hoeveelheid van de totale variantie die door de betreffende factor voor zijn rekening wordt genomen.

Met name 'gevaarlijk werk' laadt zowel op factor I als op de factoren II en IV, d.w.z. valt niet duidelijk in een component onder te brengen. Tezamen verklaren deze vier factoren 63.6% van de totale variantie van de 10 onderzochte arbeidsfactoren. Overigens dienen de factoren gezien de in het algemeen lage factorladingen en communaliteiten voorzichtig geïnterpreteerd te worden.

BIJLAGE 3

Lawaaihinder- en medicijngebruikindex (hoofdstuk 8)

De lawaaihinderindex is een gewogen additieve score van positieve antwoorden op vijf vragen naar hinder van lawaai: (erg) veel gestoord worden door lawaai, (erg) veel last hebben van lawaai, zelden of nooit een praatje kunnen maken, een bijzonder hinderlijke eigenschap van lawaai noemen en erg vaak schrikken van lawaai (vraag 12, 13, 14, 18, 20). Elk positief antwoord, volgens genoemde antwoordcategorieën, werd gewaardeerd met één punt en per persoon opgeteld. De spreiding van de index is dus van 0 tot 5.

De onderlinge samenhang tussen genoemde variabelen is groot, de item-totaal- en item-restcorrelaties zijn voldoende groot om van een betrouwbare schaal te kunnen spreken. De score-verdeling van de index is fraai normaal verdeeld, zodat deze goed bruikbaar is voor o.a. Pearson correcties.

Tabel

(Inter)correlaties van de lawaaihinderindex ($P < .05$, eenz.)

lawaaihinderindex samenstellende variabelen	schrikken van lawaai	zelden/nooit praatje kun- nen maken	gestoord worden	last hebben	bijzondere eigenschap van lawaai
praatje	.26				
gestoord	.12	.47			
last	.23	.56	.73		
bijz. eigenschap	.21	.25	.26	.37	
hinderindex (item-totaal)	.43	.66	.69	.78	.61
hinderindex (item-rest)	.28	.47	.54	.65	.30

De medicijngebruikindex is een gewogen additieve score van positieve antwoorden op vijf vragen naar medicijngebruik: de vragen naar medicijnen tegen hoge bloeddruk, kalmerende middelen, hoofdpijnmiddelen, maagtabletten en slaapmiddelen (vraag 25, 27, 31, 32, 33). Bij kalmerings-, slaap- en bloeddrukmiddelen werd elk antwoord, anders dan "geen gebruik" met één punt gewaardeerd. Bij hoofdpijnmiddelen en maagtabletten werd elk antwoord, anders dan "geen gebruik" én "zelden gebruik" eveneens met één punt gewaardeerd. De index heeft dus een spreiding van 0 tot 5. De afwijkende weging voor hoofdpijn- en maagtabletten is gekozen om het incidentele aspirientje als substantieel medicijngebruik uit te sluiten.

De onderlinge samenhang tussen de variabelen is wisselend, evenals de item-totaal- en item-restcorrelaties. Medicijngebruik tegen hoge bloeddruk blijkt nauwelijks verband te houden met ander medicijngebruik. Omdat slechts zeer weinig werknemers deze medicijnen gebruiken, is deze variabele niet uit de index verwijderd.

De score-verdeling van de medicijngebruikindex is niet fraai normaal verdeeld. De meeste werknemers gebruikten geen of weinig medicijnen. De uitkomsten van de berekeningen met de index moeten daarom voorzichtig geïnterpreteerd worden.

Tabel

(Inter)correlaties van de medicijnindex ($P < .05$, eenz.)

medicijnindex samenstellende variabelen	kalmerings- middelen	hoofdpijn- middelen	maag- tabletten	slaap- middelen	hoge bloed- drukmiddelen
hoofdpijn	.15				
maagtabletten	.07 (n.s.)	.09 (n.s.)			
slaapmiddelen	.24	.26	.25		
bloeddruk- middelen	.03 (n.s.)	.11	-.06 (n.s.)	.06 (n.s.)	
medicijn-index (item-totaal)	.62	.40	.44	.53	.22
medicijn-index (item-rest)	.26	.24	.16	.31	.03 (n.s.)

BIJLAGE 4

Bloeddrukmetervergelijking (hoofdstuk 9)

De vier gebruikte exemplaren van de bloeddrukmeter werden achteraf onderling vergeleken. Hiertoe werden 16 proefpersonen als populatie gebruikt. Bij elke pp werd op het laboratorium aan de linker arm én aan de rechter arm 8 maal de bloeddruk bepaald met (in een vastgelegde random volgorde) steeds een andere bloeddrukmeter. In totaal werd 256 maal de bloeddruk bepaald, 64 maal met elke bloeddrukmeter. De gevonden gemiddelden per meter werden vergeleken. Met behulp van een variantie-analyse werd de standard error van de afwijking van het gemiddelde bepaald. Voor deze afwijkingen is een correctie aangebracht bij de gemeten bloeddrukwaarden.

bloeddrukmeter	A	B	C	D
gem.syst.blidd.	122.17	123.03	120.70	122.53
afwijking t.o.v. gem.	0.06	0.92	-1.41	0.42
standard error		0.71		
gem.diast.blidd.	75.53	75.72	72.27	79.38
afwijking t.o.v. gem.	-0.19	-0.00	-3.46	3.65
standard error		0.66		

BIJLAGE 5

Vragenlijst en antwoorden (hoofdstuk 9)

Bij alle vragen (m.u.v. vraag 4 en 34) zijn de percentages weergegeven van de werknemers die de vraag ingevuld hebben. Wanneer meer dan 5% de vraag niet of foutief invulde, is bij de betreffende vraag dit percentage als 'niet ingevuld' aangegeven.

Vragenlijst over gezondheid en arbeidsomstandigheden

volgnummer per bedrijf

datum

Bedrijf	bedr. A: n = 116	bedr. D: n = 62
"	B: n = 56	E: n = 46
"	C: n = 139	F: n = 63
"		G: n = 57

Leeftijd: gem. 35.5, s.d. 11.5, range 17-61 jaar

Vragen met betrekking tot lawaai

%

1. Heeft u thuis moeite om zachte geluiden te horen?	nooit	0	42
	tamelijk weinig	0	23
	af en toe	0	26
	tamelijk veel	0	6
	zeer veel	0	3
2. Moet u op het werk vaak van gebarentaal gebruik maken vanwege het lawaai?	(vrijwel) altijd	0	5
	vaak	0	9
	soms	0	37
	zelden	0	18
	(vrijwel) nooit	0	31
3. Sommige risico's en gevaren op het werk kan men soms horen of zien aankomen (Denk aan aan- en vastloopgeluiden van een machine, rollende werkstukken, waarschuwingslampen en sirenes). De waarneming wordt:			
Vindt u dat het aanwezige lawaai de waarneming van deze signalen moeilijker maakt?	veel moeilijker	0	14
	iets moeilijker	0	44
	maakt niets uit	0	42

4. Vul in onderstaand schema achtereenvolgens in, de geluiden die u op het werk bijzonder storen (het meest storende eerst)

bij deel A - Wat veroorzaakt deze geluiden?

(oorzaak/plaats van herkomst)

bij deel B - een cijfer 1 tot 5 hoelang dit geluid ononderbroken ongeveer aanhoudt

bij deel C - hoe vaak dit geluid voorkomt? Vul ook hier een cijfer in.

	A	B	C
geluid	oorzaak/plaats van herkomst	1=seconden lang 2=minuten lang 3=urenlang 4=hele dag 5=zeer wisselend	1=zeer zelden 2=zelden 3=af en toe 4=vaak 5=(vrijwel) altijd
	niets ingevuld door 16%		
minstens 1 bron	ingevuld door 84%		
minstens 2 bronnen	ingevuld door 51%		
minstens 3 bronnen	ingevuld door 27%		
minstens 4 bronnen	ingevuld door 11%		
minstens 5 bronnen	ingevuld door 6%		

Tijdsduur en frequentie van de genoemde storende geluidsbronnen in percentages van de werknemers die een geluidsbron noemen.

storende geluidsbron:	1e n=453	2e n=277	3e n=146	4e n=59	5e bron n=33
tijdsduur: secondenlang	7	8	6	5	6
minutenlang	14	22	25	24	27
urenlang	14	17	17	20	9
hele dag	42	30	32	31	39
zeer wisselend	23	23	20	20	18
%	100	100	100	100	100
frequentie: zeer zelden	1	1	0	0	0
(hoe vaak zelden	1	2	3	3	3
het geluid af en toe	13	29	27	37	42
voorkomt) vaak	37	33	37	25	12
(vrijwel)altijd	45	34	32	35	39
niet ingevuld	2	1	1	0	3
%	100	100	100	100	100

5. Zijn er bepaalde bezigheden van uzelf waarbij u sneller dan anders gestoord wordt door hinderlijk lawaai?*

ja 0 28%
nee 0 72%

- zo ja, wat bent u zelf dan aan het doen?
1. zie 9.5.1.3
2.
3.

Met de volgende drie vragen proberen we na te gaan aan hoeveel lawaai u in het verleden en heden blootgesteld bent (geweest). Vul de antwoorden in, vraag voor vraag, in het schema dat onderaan de bladzij staat.

6. Welke (bedrijfs)opleidingen heeft u gehad en in welke bedrijven heeft u gewerkt, vanaf de lagere school tot en met heden? Invullen in deel A van het onderstaand schema

N.B.: Twee verschillende afdelingen bij één werkgever invullen

7. Geef bij de antwoorden op vraag zes de bijbehorende jaartallen in deel B van onderstaand schema.
8. Geef tenslotte in deel C aan hoeveel lawaai er volgens u is (geweest) in de bedrijven die u in deel A genoemd heeft. De maat voor lawaai kunt u schatten met de cijfers 1-5. (Zie voor toelichting hieronder). Het gaat ons om het lawaai zoals dat op het werk regelmatig voorgekomen is en nu voorkomt.

- 1 = "geen of weinig lawaai" = om zich verstaanbaar te maken is zacht tot normaal spreken voldoende bijv. een kantoor zonder typemachines e.d.
- 2 = "matig lawaai" = om zich verstaanbaar te maken is enige stemverheffing nodig, bijv. kantoor met veel typemachines e.d.
- 3 = "tamelijk veel lawaai" = om zich verstaanbaar te maken is spreken met luide stem nodig bijv. lopend in druk stadsverkeer
- 4 = "veel lawaai" = om zich verstaanbaar te maken moet je heel hard praten, bijv. een brommer op één meter afstand
- 5 = "erg veel lawaai" = men is alleen te verstaan met schreeuwen op korte afstand, bijv. geluid van een laag overkomend vliegtuig, of een drillboor vlakbij

*) niets ingevuld: 7%

A vraag 6	B vraag 7	C vraag 8
(bedrijfs)opleiding/bedrijf	Tijdsduur van tot (jaartallen)	1= geen of weinig lawaai 2=matig lawaai 3=tamelijk veel lawaai 4=veel lawaai 5=erg veel lawaai
1e baan of opleiding na l.o.	gem. duur 5.2 jaar (n=410)	gem. score per werknemer: 2.3 s.d. 0.92
2e " "	3.7 jaar (n=286)	
3e " "	3.6 jaar (n=171)	
4e " "	3.6 jaar (n= 87)	
5e " "	4.4 jaar (n= 31)	
6e " "	2.3 jaar (n= 7)	
Huidige werkgever:	9.3 jaar	geen of weinig lawaai 2%
.....		matig lawaai 15%
	(n=509)	tamelijk veel lawaai 31%
	niet ingevuld: 6%	veel lawaai 34%
		erg veel lawaai 18%
		niet ingevuld: 18%

P.S.: voorheen alleen landbouw: 5%
 voorheen alleen school : 26%
 voorheen elders gewerkt : 69%

			%
9. Droeg u het afgelopen jaar tijdens lawaai gehoorbescherming op het werk?	altijd	0	16
	meestal	0	17
	af en toe	0	24
	meestal niet	0	11
	nooit	0	30
	niet van toepassing of geen gehoorbescherming beschikb.	0	2
10. Heeft u geregeld hinder van geluid of lawaai op uw werk?	geen hinder	0	11
	beetje hinder	0	23
	matige hinder	0	37
	veel hinder	0	23
	erg veel hinder	0	7
11. Schrikt u bij uw werk wel eens van onverwachte geluiden?	nooit	0	23
	zelden	0	28
	soms	0	42
	vaak	0	5
	altijd	0	2

12. Kunt u, wat het lawaai betreft, op het werk een praatje met elkaar maken?	altijd	0	18
	meestal	0	28
	soms wel, soms niet	0	45
	meestal niet	0	7
	nooit	0	2
13. Met de uitspraak: "Lawaai is één van de meest storende dingen in de hedendaagse wereld", ben ik het	erg eens	0	23
	mee eens	0	56
	niet eens, niet		
	oneens	0	16
	oneens	0	4
	erg oneens	0	1
14. Heeft u buiten uw werk het afgelopen jaar nog veel te maken gehad met belangrijke lawaaibronnen, zoals vliegtuigen, zwaar verkeerslawaai, hobbyboormachines, disco's?	zeer veel	0	2
	veel	0	10
	soms	0	23
	weinig	0	35
	zeer weinig	0	30

Vragen met betrekking tot andere arbeidsomstandigheden

15. Kruis in het volgende rijtje die arbeidsomstandigheden aan, waar u geregeld matig tot veel hinder van heeft op uw werk.

Trillingen	19%	aangekruisd
Verlichting van de werkplek	23%	"
Warmte	46%	"
Kou	30%	"
Temperatuurswisselingen	45%	"
Lawaai	71%	"
Tocht	52%	"
Regen, vocht, waternevel	15%	"
Stof in de lucht	53%	"
Droge, muffe lucht	19%	"
Rook, gas, damp	28%	"
Stank	31%	"
Vuil, smeer	21%	"
Chemische stoffen, oplosmiddelen	30%	"

		%
16. Hoeveel tijd bent u dagelijks kwijt met het reizen van en naar uw werk? (Tel dus heen- en terugreis bij elkaar)	minder dan een half uur	0
	half tot één uur	0
	één tot anderhalf uur	0
	anderhalf tot twee uur	0
	twee uur of langer	0

17. Met welk vervoermiddel reist u van en naar uw werk?	lopen	0	2
	fietsen	0	37
	brommen	0	4
	motor	0	1
	auto	0	50
	bus/tram	0	5
	trein	0	1
18. Werkt u in ploegen?	nee, dagdienst, hele dagen	0	58
	ja, tweeploegendienst	0	5
	ja, drieploegendienst	0	27
	ja, vierploegendienst	0	8
	ja, vijfploegendienst	0	0
	anders, t.w.	0	2
19. Werkt u binnen of buiten?	(vrijwel) altijd binnen	0	62
	meestal binnen	0	10
	soms binnen, soms buiten	0	24
	meestal buiten	0	2
	(vrijwel) altijd buiten	0	3

Vragen met betrekking tot andere immateriële arbeidsomstandigheden

20. Heeft u een leidinggevende of toezichthoudende functie?	nee	0	80
	ja, 1-5 ondergeschikten	0	9
	ja, 6-10 "	0	4
	ja, 11-20 "	0	5
	ja, meer dan 20 "	0	3
21. Moet u uw volledige aandacht bij het werk houden?	(vrijwel) altijd	0	70
	langere perioden	0	12
	soms wel, soms niet	0	17
	langere perioden niet	0	0
	(vrijwel) nooit	0	1
22. Heeft u de indruk dat het werk geestelijk veel van u eist?	ja, té veel	0	3
	veel, maar niet teveel	0	39
	nee, precies goed	0	42
	weinig, maar niet te weinig	0	12
	nee, té weinig	0	4
23. Maakt u zich zorgen over de zekerheid die deze werkkring u biedt?	erg veel	0	1
	tamelijk veel	0	4
	af en toe	0	30
	tamelijk weinig	0	22
	erg weinig	0	42

24. Zoudt u, indien mogelijk, om gezondheidsredenen van werk willen veranderen?	ja	0	24
	nee	0	51
	weet het niet	0	25
25. Wat vindt u van de sfeer tussen de collega's onderling?	zeer goed	0	22
	goed	0	53
	gewoon, gaat wel	0	18
	matig	0	7
	zeer matig	0	1
26. Voelt u zich in het algemeen gewaardeerd in uw werk?	zeer gewaardeerd	0	10
	redelijk gewaardeerd	0	38
	gaat wel	0	41
	onvoldoende gewaardeerd	0	10
	zeer ondergewaardeerd	0	1
27. Vindt u dat u onder tijdsdruk moet werken?	(vrijwel) nooit	0	21
	zelden	0	25
	af en toe	0	38
	vaak	0	11
	(vrijwel) altijd	0	5

Vragen met betrekking tot de bloeddruk

28. Is er door een arts vroeger hoge bloeddruk bij u geconstateerd?	nee	0	80
	ja, minder dan één jaar geleden	0	7
	ja, meer dan één jaar geleden	0	13
29. Doet u aan bewegingssport?	nee	0	48
	ja, minder dan één uur per week	0	10
	ja, 1-3 uur per week	0	27
	ja, meer dan 3 uur per week	0	16
30. Van de 8½ uur, dat ik in het bedrijf ben, daarvan	gemiddeld:		
	loop ik 3½ uur per dag		
	zit ik 1½ uur per dag		
	sta ik 3 uur per dag		
	8½ uur per dag		

N.B.: wijkt uw urental aanzienlijk van de hier genoemde 8½ uur af, verander dan deze 8½ uur in uw werkelijke aantal uren.

31. Moet u tijdens u werk veel tillen, duwen of trekken?
- | | | |
|------------------|---|----|
| (vrijwel) altijd | 0 | 10 |
| tamelijk veel | 0 | 22 |
| af en toe | 0 | 38 |
| tamelijk weinig | 0 | 16 |
| (vrijwel) nooit | 0 | 13 |

32. Geef van alle volgende werkhoudingen aan of ze bij uw werk veel voorkomen.

	zeer vaak%	vaak %	soms %	zelden %	nooit %
meer dan twee uur onafgebroken staan	22	23	20	16	18
gedraaid staan of zitten, (licht) voorovergebogen staan of zitten zonder de handen of armen af te kunnen steunen	14	26	24	18	19
	(niet ingevuld: 7%)				
werken met handen op borsthoogte of hoger	13	24	31	15	17
	(niet ingevuld: 7%)				
trappen lopen	17	31	17	13	22
	(niet ingevuld: 6%)				
andere ongemakkelijke werkhouding, nl.	9	14	27	12	38
	(niet ingevuld: 40%)				

Vragen met betrekking tot uw gezondheid

33. Op hoeveel dagen van de afgelopen twaalf maanden heeft u één of meer van de volgende medicijnen gebruikt? Alles invullen, óók nul (0) dagen!
Geen een zo goed mogelijke schatting.

kalmerende middelen ... dagen	94%: geen, 3% 1-10 dagen, 3% > 10 dagen
hoofdpijnmidde-len, bijv. aspirine ... dagen	65%: geen, 26% 1-10 dagen, 9% > 10 dagen
maagtabletten, bijv. Remmies ... dagen	89%: geen, 6% 1-10 dagen, 5% > 10 dagen
midde-len tegen ver-hoogde bloeddruk ... dagen	96%: geen, 0% 1-10 dagen, 4% > 10 dagen
slaapmidde-len ... dagen	98%: geen, 1% 1-10 dagen, 1% > 10 dagen
andere medicijnen, t.w. zeer divers o.a. pijnstillers, anti-biotica, div. zalven ... dagen	80%: geen, 7% 1-10 dagen, 13% > 10 dagen
niet ingevuld eerste 5 geneesmiddelen: 5-7%, "andere medicijnen": 12%	

34. Kruis achtereenvolgens aan in het volgende schema:

bij deel A - hoeveel last u afgelopen jaar heeft gehad - op uw werk of kort daarna van de volgende klachten;
bij deel B - of de bij A genoemde klacht volgens u mede veroorzaakt werd door lawaai.

%	A					B			
	erg veel last	tame-lijk veel last	ma-tige last	nauwe-lijks last	geen last	niet ingevuld in A	mede veroorzaakt? ja	nee	weet niet/n.v. toep./n.ingev.
moeheid	5	12	30	20	26	7	14	35	51 %
gespannenheid of nervositeit	2	6	17	24	42	8	13	28	60
duizelingen	1	2	6	12	69	11	2	28	69
(tijdelijk) doof	2	3	8	10	67	10	13	24	63
prikkelbaarheid	2	4	18	22	45	10	13	26	60
oorsuizen	2	3	10	15	61	10	15	21	64
concentratie-moeilijkheden	1	3	11	20	55	10	15	22	63
heesheid	0	1	4	12	72	11	2	29	69
meer fouten gaan maken	0	1	4	19	65	11	6	27	68
anders, nl.*	1	1	2	1	26	71	0	11	89

*) m.n. fysieke klachten van bewegingsorganen, maag, hoofdpijn, ogen, slaap-problemen

Een groot aantal werknemers heeft deel B van vraag 34 niet ingevuld. De tweeledige vraag was mogelijk te moeilijk gesteld. Een andere mogelijkheid is dat niets invullen gelijk staat met het antwoordalternatief "weet niet". Daarom is apart weergegeven hoeveel procent van degenen die klachten hadden, lawaai mede verantwoordelijk achten voor de geuite klacht.

	% van de werknemers met matig, veel of erg veel last, dat lawaai mede oorzaak vindt
moeheid	25% (64/252)
gespannenheid of nervositeit	35% (49/140)
duizelingen	18% (8/ 44)
(tijdelijk) doof	63% (45/ 71)
prikkelbaarheid	37% (47/127)
oorsuizen	65% (53/ 81)
concentratie-moeilijkheden	57% (45/ 79)
heesheid	18% (5/ 28)
meer fouten gaan maken	37% (10/ 27)

BIJLAGE 6

Indexen (hoofdstuk 9)

De fysisch-chemische arbeidsomstandighedenindex is een niet-gewogen additieve index. Beide andere indexen zijn gewogen additieve indexen.

Om de waarde van elke index te bepalen is de correlatie bepaald voor elk item met de index, en met de index exclusief het betreffende item: de itemrest. Voor alle indexen geldt dat sprake is van een redelijke tot goede samenhang tussen de index en de items waaruit deze is opgebouwd.

1. Lawaaihinderindex

De index is samengesteld uit positieve beantwoording van	score
vraag 2: vaak, vrijwel altijd gebaren noodzakelijk	1
vraag 3: waarneming gevaarsignalen veel moeilijker	1
vraag 4: één storend geluid genoemd	1
twee of méér storende geluiden genoemd	2
vraag 5: bezigheden waarbij snel gestoord	1
vraag 10: matig, veel, erg veel hinder	1
vraag 11: soms tot altijd schrikken van onverwachte geluiden	1
vraag 12: meestal niet of nooit een praatje maken	1
range:	0-8

Tabel: Correlaties tussen lawaaihinderaspecten en lawaaihinderindex (item-rest)

vraag	5	10	11	2	12	3	4
lawaaihinderindex	.51	.67	.52	.46	.51	.53	.60
item-rest	.27	.52	.30	.34	.45	.42	.32

P < .05, n=522

2. Fysisch-chemische arbeidsomstandighedenindex

De index is additief samengesteld door de scores op de onderdelen trillingen t/m oplosmiddelen (1 t/m 14) van vraag 15 op te tellen. Elke aangekruiste hinderlijke factor levert een bijdrage van 1. Range 0-14.

Tabel: Correlaties tussen de verschillende arbeidsomstandigheden en de fysisch-chemische arbeidsomstandighedenindex (item-rest).

factor (vr. 15)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
fys.chem.														
arb.omst.	.40	.47	.42	.57	.51	.45	.53	.47	.49	.46	.53	.60	.53	.38
index														
item-rest	.29	.35	.28	.45	.37	.32	.39	.38	.35	.35	.41	.48	.42	.25

P < .05, n=539

3. Psychische stressverschijnselen

De index is additief samengesteld uit de klachten moeheid, gespannenheid, prikkelbaarheid, concentratiemoeilijkheden en meer fouten maken uit vraag 34. Matig tot erg veel last werd met één punt gewaardeerd. Range 0-5.

Tabel: Correlaties tussen de klachten en de psychische stressverschijnselenindex (item-rest)

	moeheid	gespannenheid	prikkelbaarheid	fouten maken	concentr. problemen
stressverschijnselen-index	.74	.73	.70	.53	.67
item-rest	.55	.57	.54	.45	.52

P < .05, n=539

BIJLAGE 7Gehoorverliesklassen (hoofdstuk 9)

<u>klasse 1:</u> géén gehoorverlies:	linker én rechter oor hebben géén gehoorverlies groter dan 15 dB op 3, 4 en 6 kHz.	≤ 15 dB
<u>klasse 2:</u> matig gehoorverlies:	het slechtste oor heeft een gehoorverlies van meer dan 15 dB op 3, 4 of 6 kHz en niet groter dan of gelijk aan 40 dB op 3, 4 en 6 kHz.	16-40 dB
<u>klasse 3:</u> veel gehoorverlies:	het slechtste oor heeft een gehoorverlies van meer dan 40 dB op 3, 4 of 6 kHz en niet groter dan of gelijk aan 65 dB op 3, 4 en 6 kHz	41-65 dB
<u>klasse 4:</u> erg veel gehoorverlies:	het slechtste oor heeft een gehoorverlies van meer dan 65 dB op 3, 4 of 6 kHz.	> 65 dB

Frank van Dijk studeerde in 1976 af als arts aan de Universiteit van Amsterdam en was vervolgens één jaar werkzaam als huisarts. Sindsdien werkt hij als bedrijfsarts, aanvankelijk full-time, later part-time verbonden aan de Stichting Bedrijfsgezondheidsdienst Amsterdam-Oostenburg. Van 1978 tot 1983 was hij tevens wetenschappelijk medewerker bij het Coronel Laboratorium van de Universiteit van Amsterdam. In deze periode nam hij deel aan het onderzoeksproject 'Extra-auditieve effecten van industrielawaai'. Dit proefschrift is een bewerking van de onderzoeken verricht binnen dit project door verschillende medewerkers van het Coronel Laboratorium. Sinds 1983 is hij als part-time wetenschappelijk medewerker verbonden aan de Stichting C.C.O.Z. te Amsterdam.