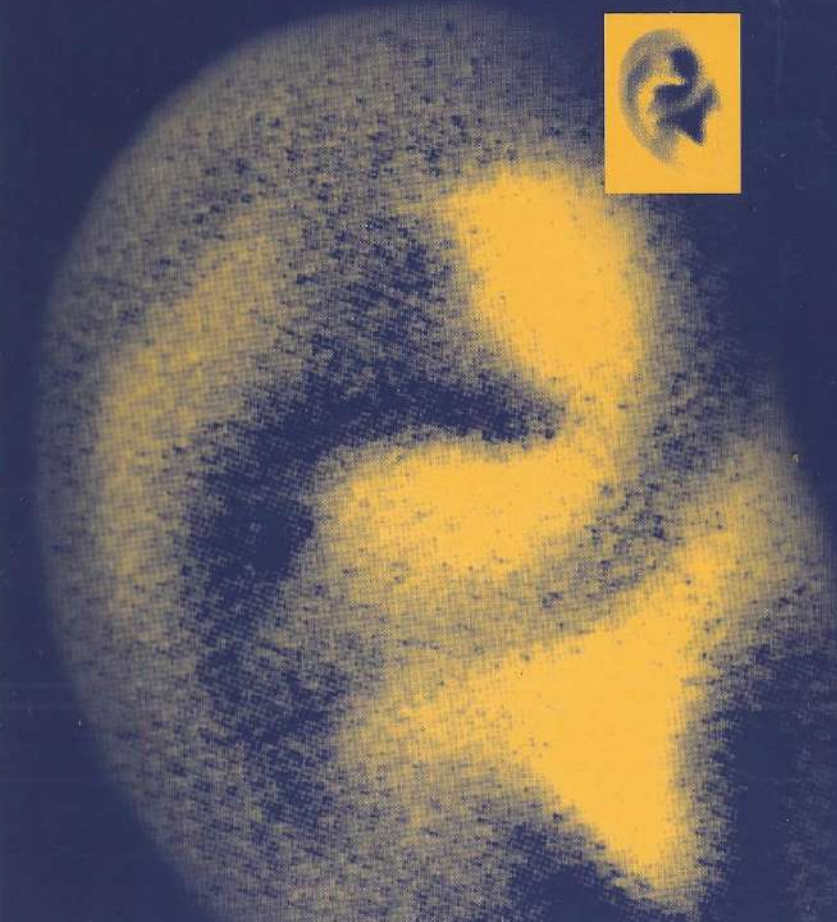


Validiteit van het gehoor

lawaaï, slechthorendheid en werk



W.A. Dreschler
F.J.H. Van Dijk
B.E. Glazenburg
T.S. Kapteyn
R.A. Tange
KNO/NVA 1997

Validiteit van het gehoor

lawaaï, slechthorendheid en werk



VALIDITEIT VAN HET GEHOOR

lawaaï, slechthorendheid en werk

onder redactie van

W.A. Dreschler, audioloog

F.J.H. van Dijk, bedrijfsarts

B.E. Glazenburg, KNO-arts

T.S. Kapteyn, audioloog

R.A. Tange, KNO-arts

Voorwoord

Het was enkele jaren geleden een gelukkig initiatief om diverse deskundigen uit te nodigen het onderwerp Validiteit van het Gehoor weer eens aan de orde te stellen. Er is immers een toenemende behoefte om inzicht te verkrijgen in de betekenis van gehoorverlies voor de mens op allerlei - soms cruciale - momenten in zijn leven: bij zijn geboorte, gedurende zijn school- en latere opleidingsjaren, bij de beroepskeuze, bij toelatings- en verzekeringskeuringen, voor, tijdens en na de actieve beroepsperiode en tenslotte bij het ouder worden.

Over de diagnostiek, opvang en begeleiding van dove en slechthorende kinderen kan men in de Nederlandse literatuur alles vinden. De zorg voor deze leeftijdscategorie staat in ons land op een hoog peil.

Anders is het gesteld met onze aandacht voor de maatschappelijke en financiële consequenties van slecht horen bij volwassenen. Wat het laatste betreft lopen wij achter bij het buitenland, waar het lawaaitrauma tot de beroepsziekten behoort en dus tot geldelijke schadeloosstelling leidt. Daar geven lange, gedetailleerde en jarenlang beproefde tabellen aan wanneer en hoeveel er bij een bepaalde invaliditeit door gehoorverlies wordt uitbetaald. Over het Keuren en Schatten is bij ons tot nu toe slechts weinig gepubliceerd. Lawaaitrauma is hier geen erkende beroepsziekte. Echter, ook in ons land zal binnen afzienbare tijd "gehoorbeschadiging door of op het werk" onder een verzekering komen te vallen. Wellicht kan de werkgever daarvoor zelfs aansprakelijk worden gesteld. De vraag naar expertise op dit terrein zal dus zeker toenemen.

Met de komst van de WAO destijds ontstond de noodzaak om niet zozeer de invaliditeit, maar juist de validiteit van een werknemer te schatten. In de Nederlandse visie gaat het om de vraag voor hoeveel procent de werknemer nog in staat is hem passende arbeid te verrichten en hoeveel procent hij daarnaast recht heeft op een aanvullende uitkering. Het antwoord op deze vraag is ingewikkelder geworden door recente aanvullende Besluiten binnen het kader van de Arbwet. De slechthorende werknemer is tegenwoordig namelijk, bijvoorbeeld met de hulp van displays en beeldschermen, op meer werkplekken inzetbaar dan vroeger het geval was. Bovendien zijn er diverse andere visuele hulpmiddelen mogelijk. Ook dit eist specifieke deskundigheid voor een goed advies.

Kortom, wij worden met de neus gedrukt op het beantwoorden van vragen die ons tot nu toe niet werden gesteld. Daarbij moeten wij ons wel realiseren dat het waarden van iemands validiteit een benadering is en geen rekensom. Ik heb ergens de verzuchting gelezen: "Laten we tevreden zijn als bij 95% van onze schattingen de fout kleiner is dan 10%."

Te meer moeten wij de initiatiefnemers en schrijvers dankbaar zijn dat zij deze uitstekende bundel zo op tijd presenteren.

E. Hammelburg

ISBN 90-75141-38-6

1997[©] Nederlandse Vereniging voor KNO-heelkunde en heelkunde van het hoofd-halsgebied en Nederlandse Vereniging voor Audiologie

Uitgever: Van Zuiden Communications B.V.
Postbus 2122
2400 CC Alphen aan den Rijn

Uit deze uitgave mag niets worden gereproduceerd door middel van boekdrukk, foto-offset, fotokopie, microfilm of welk ander medium dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de Nederlandse Vereniging voor KNO-heelkunde en heelkunde van het hoofd-halsgebied, de Nederlandse Vereniging voor Audiologie en de uitgever.

De in deze uitgave weergegeven zienswijzen zijn die van de auteurs en behoeven niet noodzakelijkerwijs die van de uitgever of van de Nederlandse Vereniging voor KNO-heelkunde en heelkunde van het hoofd-halsgebied en de Nederlandse Vereniging voor Audiologie te zijn. Hoewel de inhoud van deze uitgave met de grootst mogelijke zorg is samengesteld, nemen de uitgever noch de Nederlandse Vereniging voor KNO-heelkunde en heelkunde van het hoofd-halsgebied en de Nederlandse Vereniging voor Audiologie enige verantwoordelijkheid voor zetfouten of andere onjuistheden.

Omslagontwerp: De Rand, Den Haag

Het omslag toont een goed oor en een beschadigd, nauwelijks herkenbaar oor op de achtergrond. Het contrast tussen deze twee verbeeldt het verschil tussen een intact en een door lawaai aangetast gehoor.

Inhoud

Hoofdstuk 1 Het gehoororgaan en zijn kwetsbaarheid

1.1. Embryologie van het binnenoor	1
1.2. Anatomie van het binnenoor	3
1.3. Fysiologie van het gehoor	10
1.4. Ouderdomslethorendheid (presbycusis)	12
1.5. Gehoorbeschadiging door geluid	14
1.6. Ototoxiciteit	18
1.7. Plotsdoofheid	21
1.8. Tinnitus (i.s.m. J.T.M.Tan, AMC Amsterdam)	21

Hoofdstuk 2 De KNO-arts en het beoordelen van de validiteit van het gehoor

2.1. De rol van de arts en de deskundige bij de validiteitsbeoordeling van het gehoor	25
2.2. De rol van de KNO-arts bij de validiteitsbeoordeling van het gehoor	29
2.3. Het gehooronderzoek door de KNO-arts	30
2.4. Algemene aspecten van de validiteitsbeoordeling	32
2.5. Validiteitsbepalingen	34

Hoofdstuk 3 Effecten van lawaai op de gezondheid

3.1. Lawaai op de arbeidsplek	39
3.2. Noise Induced Hearing Loss	40
3.3. Andere effecten van lawaai op de gezondheid	42
3.4. Normen van de Arbeidsinspectie	42
3.5. Lawaaibestrijding	43
3.6. Gehoorbeschermingsmiddelen	45
3.7. Slechthorende werknemers	47

Hoofdstuk 4 Slechthorendheid, het werk als oorzaak en gevolgen voor het werk

4.1. Werk als oorzaak van slechthorendheid	49
4.2. Berekening van de geluidexpositie	57
4.3. Maten voor gehoorverlies en beroepsziekte	57
4.4. Slechthorendheid als een belemmering bij het werk	63

Hoofdstuk 5 Te onderscheiden hoorfuncties

5.1. Inleiding	65
5.2. Het functioneren van het gehoor	67
5.3. Hoorfuncties en testmethoden	68
5.4. Het beoordelen van het auditief functioneren	75

Hoofdstuk 6	Validiteitsbeoordeling op grond van objectieve parameters	
6.1.	Inleiding	77
6.2.	'Auditory demands': de invloed van de functie en de taak.....	78
6.3.	'Auditory demands': verzwaring door de akoestiek op de werkplek ..	79
6.4.	'Auditory capacities': kwantificering van de auditieve restcapaciteit	81
6.5.	'Auditory demands and capacities': het samenstellen van een profiel en het vergelijken met de benodigde auditieve (rest) capaciteiten.....	83
6.6.	Maatregelen om het auditief functioneren te verbeteren.....	85
6.7.	Voorspellingen van de effecten m.b.v. een Expert Systeem.....	88
Hoofdstuk 7	Validiteitsbeoordeling op grond van vragenlijst en testbatterij	
7.1.	Inleiding	91
7.2.	Inventarisatie van problemen van slechthorende werknemers.....	94
7.3.	Onderzoek gericht op het zelf beleven van slechthorendheid.....	96
7.4.	Het samenstellen van een efficiënte testbatterij	99
7.5.	De ervaren hinder ten gevolge van een beperking in het auditief functioneren	101
7.6.	Het toepassen van het algemene model in de individuele situatie.	104
7.7.	Samenvatting en doelstelling	106
Slotbeschouwing		109
Literatuurlijst		111
Bijlage 1		118
Bijlage 2		122
Bijlage 3		123
Bijlage 4		125
Bijlage 5		126
Bijlage 6		149

Inleiding

Het gehoor is voor de mens een belangrijk zintuig. In de eerste plaats is het verwerven van de gesproken taal afhankelijk van een goede gehoorfunctie en veel van wat de mens zich in het leven sociaal en maatschappelijk verwerft hangt af van het al dan niet goed kunnen horen en verstaan. Dit betekent dan ook dat een vermindering van het gehoorvermogen voor iemand verstrekkende persoonlijke en maatschappelijke gevolgen kan hebben. In eerste instantie zal een vermindering van het gehoor niet direct leiden tot arbeidsongeschiktheid, maar op den duur zal dat wel gevolgen hebben voor de loopbaan en het sociaal functioneren van betrokkenen. Deze bundel wil een bijdrage zijn om in geval van een vastgestelde vermindering van het gehoor tot een zo zorgvuldig mogelijke bepaling van de mate van invaliditeit te komen. Kortweg is het doel een aanvaardbare validiteitsschatting van het auditief vermogen te ontwikkelen.

Voor een goed begrip waar en op welke momenten de verschillende oorzaken van een eventueel achteruitgaan van het gehoor kunnen aangrijpen is in *hoofdstuk 1* achtergrondkennis van de anatomie en fysiologie van het auditieve systeem opgenomen. Ook aan het normale verouderingsproces van het gehoororgaan, presbycusis, wordt aandacht besteed. Dit is van belang om in geval van een vermoeden van een achteruitgang van het gehoor deze te kunnen relateren aan het normale fysiologische verouderingsproces. Voor de meest voorkomende oorzaken van schadelijke invloeden op het gehoorvermogen worden deze gerelateerd aan het niveau van het anatomisch substraat waar zij in het auditief systeem aangrijpen. Hiervoor wordt een aantal schematische voorstellingen gegeven.

In dit hoofdstuk wordt ook het belang zichtbaar van een zorgvuldige anamnese en het KNO-onderzoek om de aard en de mate van het gehoorverlies te evalueren en zo mogelijk tot een besluitende diagnose te komen. De taak van de KNO-specialist bij de beoordeling van de validiteit is in eerste plaats uit te maken of er inderdaad sprake is van een abnormale vermindering van het gehoor of dat de achteruitgang een normaal onderdeel is van het verouderingsproces, presbycusis. Als bijlage bij deze bundel is het verloop van het gehoor als onderdeel van de leeftijd opgenomen. In veel gevallen zal het daarbij belangrijk zijn te beschikken over eerder verrichtte audiometrische onderzoeken om zo een eventuele achteruitgang van het gehoor te kunnen vaststellen.

In *hoofdstuk 2* wordt beschreven hoe de mate van slechthorendheid door toonaudiometrisch onderzoek kan worden gekwantificeerd. Bij een vermindering van het gehoor wordt het verminderd verstaan van het gesproken woord als de grootste belemmering en handicap ervaren. Het is dan ook opmerkelijk dat het accent van het audiometrisch onderzoek bij het beoordelen van de validiteit in de meeste modellen niet ligt op het spraakaudiogram, maar op de metingen en uitkomsten van het toondrempelaudiogram.

In het kader van een beoordeling van de validiteit van het gehoor zal de verantwoordelijke specialist het gemeten gehoorverlies relateren aan een bepaald standaard normaal gehoor om aan de hand van een aantal rekenregels langs deze weg tot een inschatting van de afwijking te komen. Met de bestaande rekenregels kan uiteindelijk een zeker percentage van invaliditeit worden berekend. Een aantal rekenmodellen, die in het kader van de beoordeling van de validiteit van het gehoor wordt gebruikt, wordt nader besproken. Mede afhankelijk van het sociale stelsel en de wettelijke bepalingen kan aan een bepaald gehoorverlies het recht op een zekere financiële compensatie worden ontleend.

Met name in Amerika, waar de directe aansprakelijkheid en de financiële compensatie voor de geleden schade een belangrijke plaats in de samenleving innemen, is de getalsmatige bepaling van de auditieve restcapaciteit een belangrijk item. De KNO-arts speelt hier een belangrijke rol om aan de hand van gestandaardiseerde rekenregels tot een omschreven schadeclaim te komen. Buiten Amerika en met name in ons land, waar de aspecten tot revalidatie van de restcapaciteit een belangrijke rol spelen, bestaat een sterke behoefte tot een meer gedetailleerde bepaling van de gehoorfuncties te komen. Het besef is gegroeid dat in veel gevallen niet kan worden volstaan met één simpele rekenregel om de validiteit te beoordelen. Door het toepassen van een aantal specifieke testmethoden in het kader van een uitgebreid audiologisch onderzoek kunnen de reële mate van verlies van het gehoor en de mogelijkheden tot revalidatie zo zorgvuldig mogelijk in kaart worden gebracht.

Een geheel of gedeeltelijk verlies van het gehoor kan in meer of mindere mate tot arbeidsongeschiktheid en invaliditeit leiden. In sommige gevallen is het ontstaan van deze invaliditeit direct het gevolg van de omstandigheden op het werk, zoals bij het ontstaan van een lawaaibeschadiging in een fabriekshal. De gevolgen van lawaai en de beschadigingen die lawaai kunnen veroorzaken op het gehoor en de gezondheidstoestand in het algemeen worden behandeld in de *hoofdstukken 3 en 4*. Blootstelling aan geluidsniveaus vanaf 75 dB(A) is schadelijk voor het gehoor en geschat wordt dat in de industrie met circa 1 miljoen werknemers iets minder dan de helft hiervan is blootgesteld aan geluidsniveaus vanaf 80 dB(A). Volgens recente schattingen werken er in het totaal ruim 900.000 werknemers in omstandigheden met kans op lawaaischade. In Nederland zijn er geen landelijke gegevens bekend over het voorkomen van gehoorschade door het werk. Wel bestaat de wettelijke verplichting voor de werkgever om werknemers in equivalente lawaainiveaus van 80 dB(A) en hoger iedere vier jaar audiometrisch onderzoek aan te bieden. Dit onderzoek wordt gedaan vanuit de Arbodiensten. Van het aantal gemelde beroepsziekten, waarvan ons land nog geen adequate registratie kent, betreft iets minder dan de helft lawaaislechthorendheid. Op grond van deze gegevens lijkt het gewenst in ons land te komen tot een registratie van het gehoorverlies bij de werkende bevolking. Binnen het sociale stelsel in ons land is het ongebruikelijk de werkgever aansprakelijk te stellen voor een eventuele gehoorschadiging door het werk ontstaan. Op grond van het toenemend aantal claims bij

andere beroepsziekten (asbest), is het denkbaar dat dit eveneens zal gaan gebeuren met lawaaislechthorendheid. In *hoofdstuk 3* komen ook kort de preventieve aspecten van lawaaibestrijding en de rol van gehoorbeschermingsmiddelen aan de orde. In dit kader is het doen van periodiek audiometrisch onderzoek op werkplekken waar een hoge lawaaielasting bestaat van groot belang.

In *hoofdstuk 5* wordt een aantal testmethoden gepresenteerd die speciaal voor het in kaart brengen van de auditieve capaciteiten zijn ontwikkeld. Uit onderzoek is gebleken dat deze testmethoden het mogelijk maken de kwaliteit van het nog functionerende restgehoor zorgvuldig vast te stellen.

Nederland neemt met zijn sociaal stelsel relatief een uitzonderingspositie in, waarbij het accent ligt op een zinvolle revalidatie van de aangedane restcapaciteit in plaats van een directe financiële compensatie daarvan. Het zal duidelijk zijn dat er verschillende deskundigen zijn betrokken bij het proces van diagnostiek, vaststellen van de handicap en revalidatie van de restcapaciteit. In een beperkt aantal gevallen zal de KNO-arts aan de hand van de bestaande rekenregels op verantwoorde wijze de inschatting kunnen doen van de invaliditeit van het gehoor. In een aantal andere gevallen zal het noodzakelijk zijn met hulp van de audioloog uitvoerige testen en evaluatie te laten plaatsvinden. Vervolgens zal aan de hand van deze validiteitsschatting, tegen de achtergrond van de audiologische condities op het werk en in overleg met de bedrijfsarts en eventueel de verzekeringsarts, gesproken kunnen worden over de mogelijkheden van een aanvaardbare revalidatie van de betrokkene.

In *hoofdstuk 6* wordt geschetst hoe het gebruik en de toepassing van de verschillende hulpmiddelen, en/of mogelijke aanpassingen op de werkplek een vast onderdeel van het revalidatieproces behoren uit te maken. Hoewel het beoordelen van de mogelijkheden tot revalidatie van aanwezige restcapaciteit niet altijd tot een eenduidig oordeel leidt, kan het vinden van een acceptabele revalidatie voor de betrokkene er sterk toe bijdragen dat de handicap wordt geaccepteerd, vooral wanneer maatschappelijk en sociaal functioneren mogelijk blijft. Uiteraard zullen de mogelijkheden tot revalidatie sterk individueel bepaald zijn en afhankelijk zijn van de werk- en privésituatie van de betrokkene.

Daarnaast wordt in *hoofdstuk 7* beschreven hoe aan de hand van uitgebreid patiëntenonderzoek een vragenlijst ontwikkeld is die de specifieke problemen van de slechthorende patiënt in het dagelijkse leven zorgvuldig in kaart brengt. De resultaten van het patiëntenonderzoek met deze vragenlijst zijn niet verricht in het kader van validiteitsschatting, zodat daarmee het risico van aggravatie van de afwijking is vermeden. Er bleek bij het onderzoek een correlatie te bestaan tussen de genoemde audiometrische testbatterij en de uitkomsten van de vragenlijst. Hiermee is deze vragenlijst een belangrijk onderzoeksmiddel geworden in het nauwkeurig bepalen van de validiteit van het gehoor. De vragenlijst is integraal als bijlage opgenomen.

Een schatting van de validiteit bij een vermindering van het gehoor, ongeacht de oorzaak, is pas geslaagd wanneer de betrokkene het gevoel heeft dat hem of haar volledig recht is gedaan voor het verlies van deze belangrijke zintuigfunctie. Een eventuele financiële compensatie in samenspraak met een schadeverzekeraar kan hierbij helpen. Wanneer aan het gevoel van gehandicapt zijn onrecht wordt gedaan, dan bestaat het risico op een tijdrovend en kostbaar juridisch traject, dat zelden uitmondt in een bevredigende compensatie van het geleden verlies aan zintuigfunctie. Het doel van deze bundel is te proberen het inzicht te verbeteren in de problematiek van de validiteitsschatting van het gehoor aan alle deskundigen die zich op dit terrein begeven.

de redactie

Hoofdstuk 1

Het gehoororgaan en zijn kwetsbaarheid

R.A. Tange

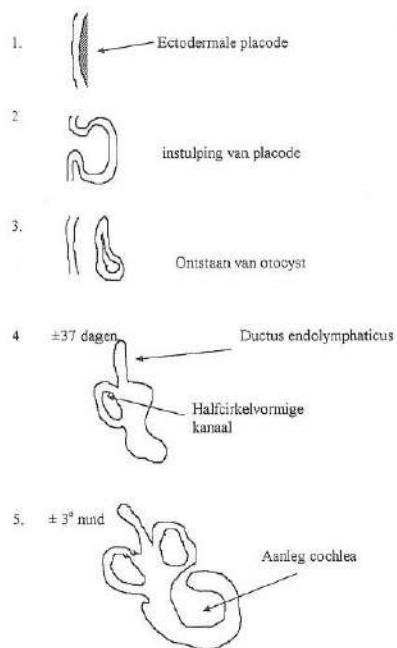
*afdeling Keel-, Neus-, Oorheelkunde
Academisch Medisch Centrum
Amsterdam*

1.1. Embryologie van het binnenoor	1
1.2. Anatomie van het binnenoor	3
Het orgaan van Corti	3
De innervatie	4
Stria vascularis	6
Arteriële bloedvoorziening	6
De veneuze afvloed uit het binnenoor	7
1.3. Fysiologie van het gehoor	10
Gehoerverlies	12
1.4. Ouderdomslethorendheid (presbycusis)	12
1.5. Gehoorbeschadiging door geluid	14
Afwijkingen in het binnenoor door lawaaibeschadiging	15
Lawaaislethorendheid als beroepsziekte	16
De lawaaidip	17
1.6. Ototoxiciteit	18
Overwegingen	20
1.7. Plotsdoofheid	21
1.8. Tinnitus (i.s.m. J.T.M.Tan, AMC Amsterdam)	21
Incidentie	23
Therapie	23

Het gehoororgaan

1.1. Embryologie van het binnenoor

Het binnenoor ontwikkelt zich uit een ectodermale placode, die zich bevindt op het laterale oppervlak van het hoofd nabij de 4e ventrikel van een foetus van 4 mm. De placode vormt dan een instulping en vervolgens ontstaat een vesikel (otocyst). Uit deze otocyst vormt zich bij het embryo van 6 mm dorsaal de ductus endolymphaticus. De halfcirkelvormige kanalen zijn voor het eerst zichtbaar als verdikkingen van de otocyst bij een embryo van 15 mm of een leeftijd van 37 dagen. Is een embryo 30 mm in lengte, dan is het vestibulaire deel van het binnenoor bijna geheel aangelegd. De cochlea ontwikkelt zich uit een basale divertikel van de otocyst op het moment dat de foetus zo'n



figuur 1-1

otocyst vormen zich de neuronen van de vestibulaire en cochleaire ganglia. De ganglioncellen van het cochleaire systeem komen in het centrum van de cochleaire spiraal (modiolus) te liggen. Rond de 8e week van de foetus ontwikkelt zich in de ductus cochlearis het orgaan van Corti. Om de ductus cochlearis vormen zich de scala vestibuli (boven) en de scala tympani (onder). De scheiding tussen de ductus cochlearis en de scala tympani wordt het uiteindelijke basilaire membraan, waarop zich rond de 16e week de binnenste en buitenste haarcellen in hun specifieke architectuur vormen. In de laterale wand van de ductus cochlearis vormt zich rond de 14e week over de gehele lengte van de ductus een cellaag, die op klierweefsel lijkt. In deze laag, die aan de binnenzijde bedekt is door epitheliale cellen, vormt zich vasculair bindweefsel. Hieruit ontwikkelt zich uiteindelijk de stria vascularis. De scheiding tussen de scala vestibuli en de ductus cochlearis wordt later het membraan van Reissner. Is de foetus zo'n 25 weken oud, dan heeft het binnenoor zijn uiteindelijke vorm gekregen. Rondom het vliezige labrynt vormt zich vanuit vier verbeningskernen kraakbeen. Deze verbening begint in de vijfde maand van de zwangerschap. Tot de zesde maand blijft deze verbening poreus. Bij de geboorte is het binnenoor nagenoeg omgeven door bot.

15 mm is. Dit divertikel krult in een tweedriekwart winding om een as en deze krulactie eindigt aan het einde van de derde maand (figuur 1-1). Nu treden er insnoeringen op in het middelste gedeelte van de otocyst tussen de halfcirkelvormige kanalen, de toekomstige sacculus (ductus sacculi) en de sacculus en de cochlea (ductus reuniens). Vanuit het ectodermale epitheel van de utriculus en de sacculus ontwikkelen zich de receptoren (maculae) van sacculus en utriculus. De differentiatie van deze structuren begint tussen de 7e en 8e week van de foetus. Rond de 11e week zijn de typische zintuigcellen van de macula utriculi en sacculi te onderscheiden. In de foetus van 14-16 weken zijn de maculae gevormd en lijken zij op de maculae die bij volwassenen worden aangetroffen. De vorming van de cristae ampullaris in de halfcirkelvormige kanalen is na zo'n 23 weken voltooid. De cochlea ontwikkelt zich over de gehele lengte van de spiraal gevormde ductus cochlearis. Uit de wand van de

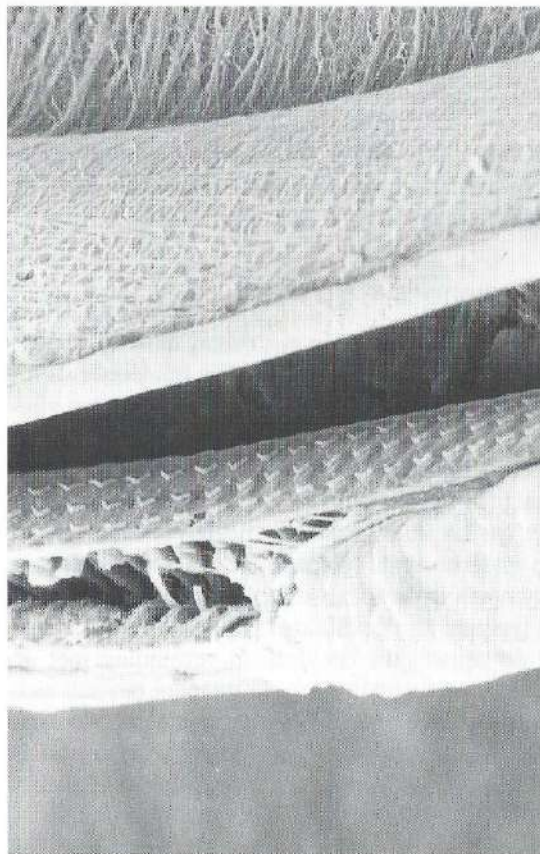
Uit de gegevens bekend uit de embryologie is duidelijk dat in de vroege ontwikkeling van de foetus stoornissen kunnen ontstaan in de aanleg van het binnenoor. Virale aandoeningen, intoxicaties en traumata kunnen binnen de eerste 25 weken na de bevruchting tot een gedeformeerde aanleg van het binnenoor aanleiding geven met als gevolg een niet of aanzienlijk minder functionerend gehoororgaan. Voor het beoordelen van de gehoorfunctie is het dan ook van belang om bij de anamnese geïnformeerd te worden over de zwangerschapsperiode.

1.2. Anatomie van het binnenoor

Het binnenoor kan men naar zijn functie indelen in een evenwichtsdeel (booggangstelsel) en een gehoordeel (slakkenhuis = cochlea). Het binnenoor wordt aan alle zijden omgeven door een bot. Binnen dit bot bevindt zich dan het vliezige labrynt. De cochlea vormt zich in een spiraal rond een as, de modiulus. Vanaf de modiulus ontspringt een benige plaat (lamina spiralis), welke vanaf de basis van het slakkenhuis spiraalgevijs omhoog loopt naar de apex. Deze spiraal lamella deelt samen met het basilair membraan de vliezige cochlea in een bovenste scala vestibuli en een onderste scala tympani. De scala vestibuli is in open verbinding met de scala tympani in de apex van de cochlea; het helicotrema. De scala vestibuli en scala tympani zijn gevuld met perilymfe en deze perilymfe staat op zijn beurt via de aquaductus cochleae in verbinding met de liquor cerebrospinalis. Tussen de scala vestibuli en scala tympani bevindt zich de scala media. Deze scala media wordt ook wel de ductus cochlearis genoemd en is het belangrijkste gedeelte van het gehoororgaan. Deze scala media is gevuld met endolymfe. Algemeen wordt aangenomen dat de endolymfeproductie plaatsvindt in de stria vascularis. De ductus cochlearis eindigt blind in de apex van de cochlea en staat aan de basis in verbinding door de ductus reuniens met de sacculus in het vestibulum en de saccus endolymphaticus.

Het orgaan van Corti

Het orgaan van Corti bestaat uit zintuigcellen, steuncellen en zenuwvezels. Het orgaan van Corti is gesitueerd op de basale membraan en is door een dekmembraan (membrana tectoria) gescheiden van de eigenlijke ductus cochlearis. Het orgaan van Corti bestaat uit een viertal celrijen, de zogenaamde buitenste haarcellen (3 cellenrijen) (figuur 1-2) en één rij binnenste haarcellen. De haartjes van de buitenste haarcellen hebben verbinding met de tectoriaire membraan; deze verbinding is niet bij de binnenste haarcellen aanwezig. De 50-150 stereociliën (haartjes op de buitenste haarcellen) vormen een W-vorm op de top van de haarcel. Bij de binnenste haarcellen zijn de haartjes in één rij gesitueerd. De buitenste haarcellen in de apex van de cochlea zijn in vergelijking met die in de basale regio van de cochlea duidelijk langer. Iedere haarcel van de haarcellen zit verankerd in de zogenaamde cuticular plate. Alle haartjes van de haarcellen zijn onderling met elkaar verankerd (lateral cross links). Aan de basale zijde van de haarcellen bevinden zich synapsen voor afferente en efferente zenuwvezels (figuur 1-3). De haarcellen bevinden zich in een vloeistofruimte welke als cortilymfe betiteld wordt. In figuur 1-4 wordt het orgaan van Corti schematisch weergegeven.



figuur 1-2. S.E.M. foto van haarcellen en daarboven het tectoriaal membraan.

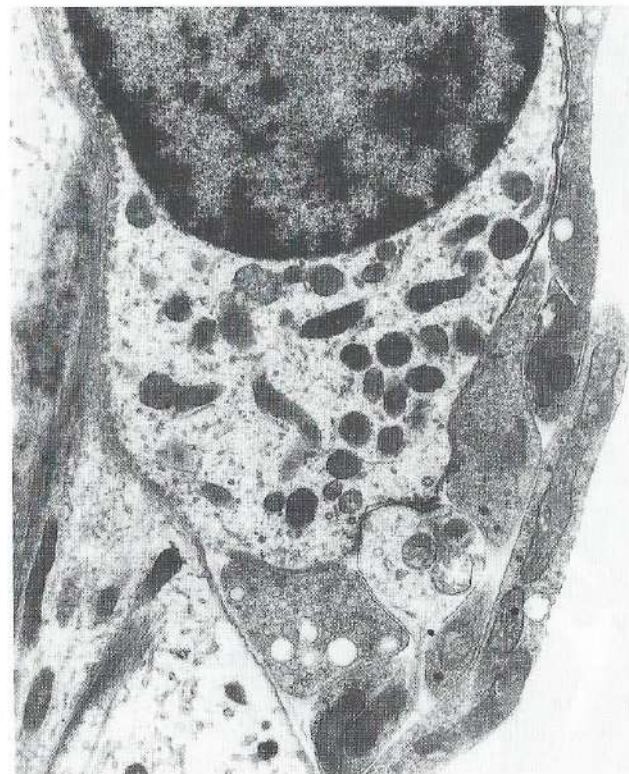
systeem (type II-neuronen) wordt gevormd door de neuronen die verbonden zijn met de buitenste haarcellen. Deze neuronen delen zich op zodat ieder neuron met een grote hoeveelheid haarcellen contact heeft. Zeker 5-10% van de afferente neuronen is verbonden met de buitenste haarcellen.

Bij de efferente innervatie komen de zenuwweefsels vanuit de hersenstam en innervieren in de cochlea de haarcellen of de afferente dendrieten aldaar. De buitenste haarcellen worden voornamelijk door efferente zenuwvezels geïnnerveerd. Bij de efferente innervatie van het orgaan van Corti kunnen ook twee systemen onderscheiden worden. De laterale efferente vezels vormen axodendritische synapsen met de efferente vezels, die aan de binnenste haarcellen zitten. De vezels van de mediane efferente zenuwvezels in het binnenoor bezitten synapsen met de afferente vezels aan de basis van de buitenste haarcellen.

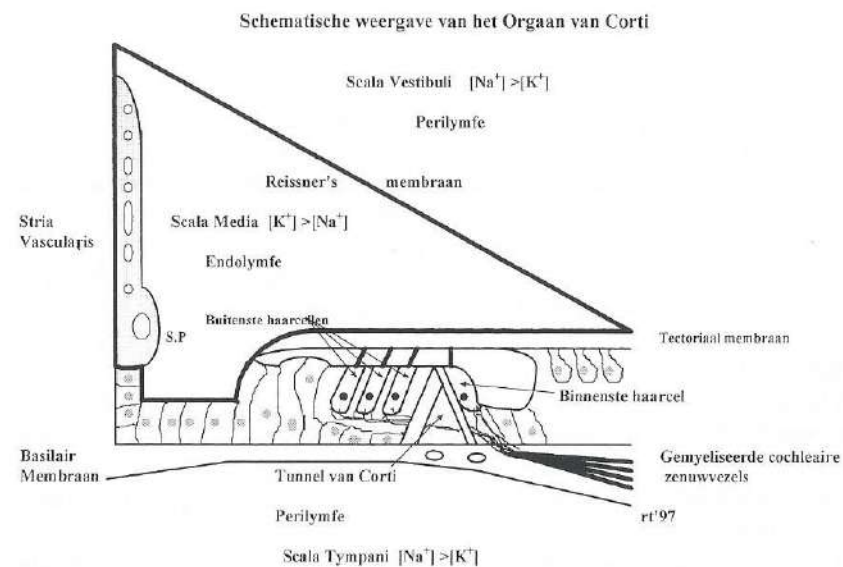
Men vermoedt dat de activiteit van de buitenste haarcellen, die een receptor potentiaal opwekken, beïnvloed kan worden door de binnenste haarcellen. Het efferente neurale systeem zou een beschermende functie hebben voor de cochlea bij bijvoorbeeld lawaai.

De innervatie

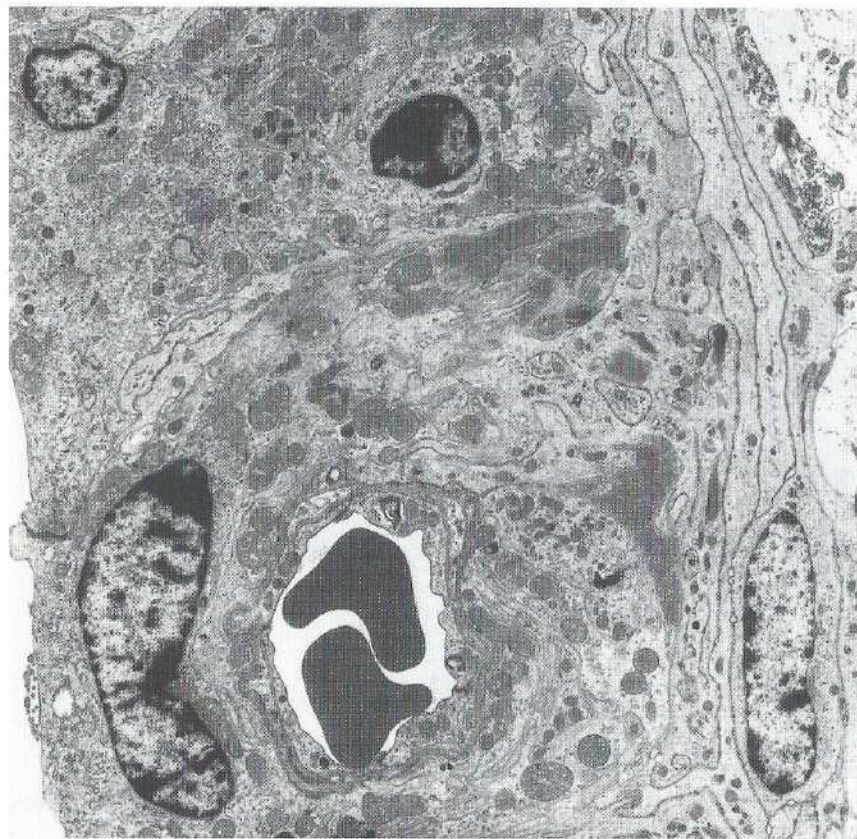
Het orgaan van Corti wordt geïnnerveerd door afferente en efferente zenuwvezels. De afferente vezels verlopen vanaf de haarcellen naar het ganglion spirale. Deze vezels zijn in een eerste verloop niet gemyeliniseerd. Deze vezels krijgen hun informatie van de haarcellen en dragen dit over in de richting van de hersenstam. Er zijn twee afferente zenuwsystemen te onderscheiden. Het radiaire systeem wordt voor 90% gevormd uit dendrieten en neuronen van het ganglion spirale. Zij verlopen naar de binnenste haarcellen. Iedere menselijke binnenste haarcel is met maximaal 15 dendrieten van de gemyeliniseerde neuronen (type I) van het ganglion spirale verbonden. Het spirale afferente



figuur 1-3. T.E.M. foto van de basale zijde van een buitenste haarcel met afferente en efferente zenuwvezelsynapsen.



figuur 1-4



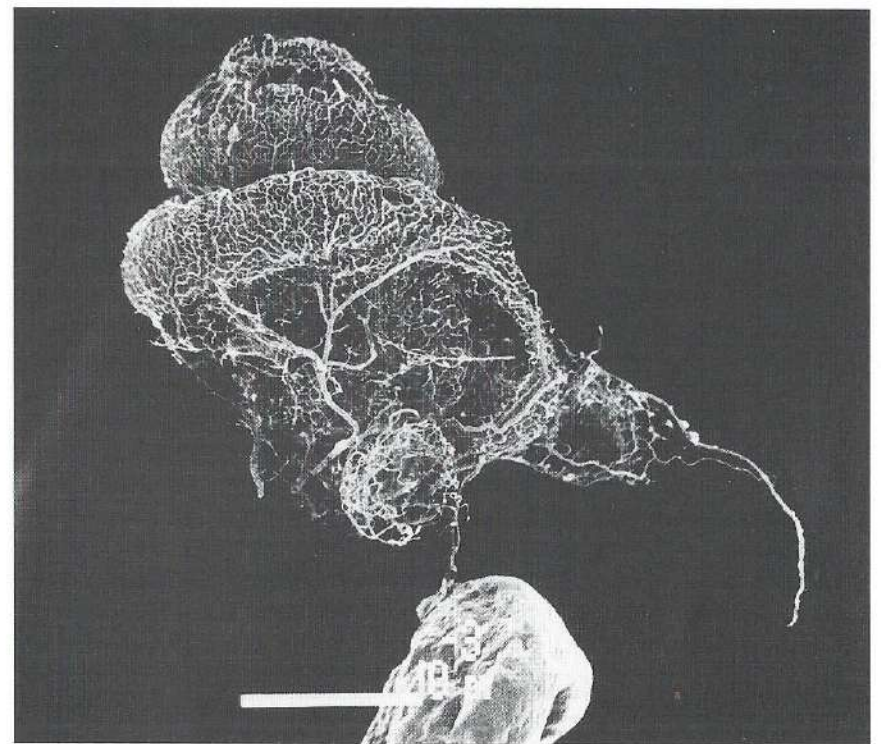
figuur 1-5. T.E.M. foto van stria vascularis links marginale cellen, midden intermediaire cellen en rechts basaalcellen.

Stria vascularis

De stria vascularis is een structuur in de ductus cochlearis. Deze structuur bevindt zich aan de laterale zijde van de scala media. De stria vascularis is opgebouwd uit epitheliale en mesenchymale cellen, welke in 3 lagen tegen de benige wand van de cochlea zijn aangevlijd. Drie celtypen kunnen worden onderscheiden: de marginale cellen, de intermediaire cellen en de basaalcellen (figuur 1-5). De bloedvatvoorziening van de stria vascularis vindt plaats tussen de marginale en intermediaire bloedvatvoorziening van het binnenoor.

Arteriële bloedvoorziening

Het binnenoor is zeer sterk gevasculariseerd (figuur 1-6). De bloedvatvoorziening van het binnenoor geschiedt door de arteria labyrinthi. Deze arterie ontspringt uit de arteria cerebelli inferior anterior. Deze arteria cerebelli inferior anterior ontspringt uit de arteria basilaris en vormt in de porus acusticus internus een vaatlis (vessel loop). In het merendeel van de gevallen hebben we te maken met één arteria labyrinthi. De arteria labyrinthi deelt zich in het binnenoor in de arteria vestibulo-cochlearis, de arteria spiralis modioli. Uit de arteria

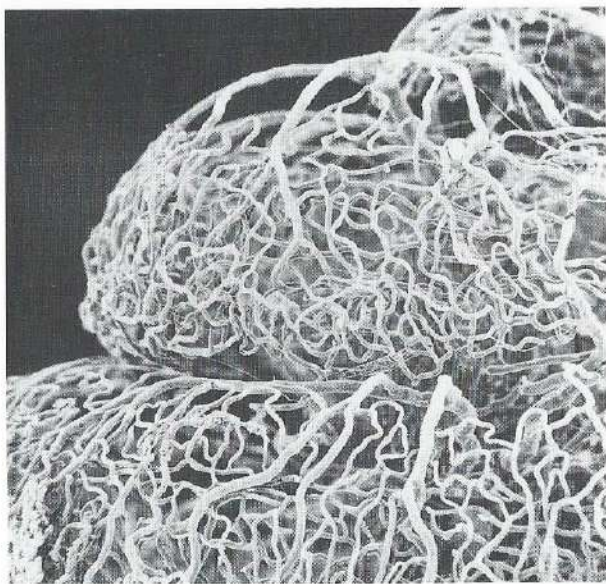


figuur 1-6. S.E.M. foto van microcast van de bloedvaten van het binnenoor.

spiralis modioli ontspringen de arteriae radiatae voor de scala vestibuli en het ligamentum spirale. Het meest basale gedeelte van de cochlea wordt echter voorzien door de arteria vestibularis (ramus cochlearis). De cochlea wordt door drie arteriële takken van de arteria labyrinthi voorzien (ramus apicalis, ramus medialis en de ramus cochlearis). De arteriële bloedvatvoorziening van het orgaan van Corti geschiedt door een drietal kleine arteriolen, welke van de reeds genoemde arteriën afsplitsen. De stria vascularis wordt voorzien door een vat dat over de scala vestibuli loopt. De haarcellen krijgen hun arteriële bloed via arteriae radiatae mediales. Een speciaal vaatbed bevindt zich onder de haarcellen en in de limbus spiralis. De haarcellen worden niet direct door de bloedvaten bereikt. De voeding van dit systeem geschiedt door diffusie. In de stria vascularis bevindt zich een uitgebreid vaatbedsysteem, dat gevoed wordt door de arteriae radiatae superiores (figuur 1-7). Een speciaal vat loopt radiaal aan de onderzijde van de stria vascularis in de spirale prominentia.

De veneuze afvoer uit het binnenoor

Het veneuze systeem bij de mens is minder complex opgebouwd. Bij de mens kan men twee verschillende afvloedwegen onderscheiden. Het eerste systeem voert het bloed af vanuit de cochlea en een gedeelte van het vestibulum naar de venen van de aquaductus cochleae en van daar naar de sinus transversum. Vanuit het vestibulum en de booggangen wordt het bloed eveneens via de

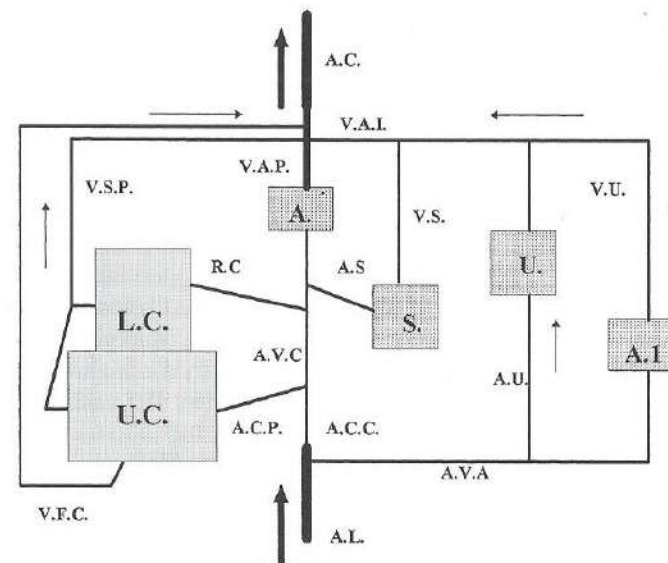


figuur 1-7. S.E.M. foto van microcast van de vaatstructuur van de stria vascularis.

venen van de aquaductus vestibuli naar de sinus transversus afgevoerd. Aan de hand van verschillende studies hebben wij een speciaal schema ontworpen met daarin zeer vereenvoudigd de bloeddorstrooming in het binnenoor (*schema I*). Op zuiver theoretische gronden kan men zich voorstellen, dat bij een blokkade de doorbloeding van het binnenoor in bepaalde gebieden kunnen uitvallen. Het gevolg van uitval van de verschillende "eindarteriolen" kan leiden tot gehoorverlies (hoge tonen, lage tonen of beide) met of zonder evenwichtsstoornissen. Men kan vier typen onderscheiden (*tabel 1-1*). Dat het hierbij nog om hypothesen gaat zal duidelijk zijn. Mogelijk wordt deze theorie in de volgende eeuw bewaarheid.

Toch kan dit schema in bepaalde gevallen een handreiking geven voor de verklaring van sommige vormen van perceptief gehoorverlies al dan niet gepaard gaande met evenwichtsklachten. Een grondige gestructureerde anamnese met speciale aandacht voor het moment van ontstaan van de klachten is dan ook belangrijk.

Een schematisch model voor de arteriële en veneuze bloedvoorziening van het binnenoor



Binnenoorcomponenten	Arteriële voorziening	Veneuze drainage
A = Posterior Ampulla	A.L. = A.Labyrinthi	V.F.C. = V.Fenestra Cochlearis
A1 = Lateral & anterior Ampullae	A.V.A. = A.Vestibularis Anterior	V.S.P. = V.Spiralis Posterior
S = Sacculus	A.C.C. = A.Cochleae Comm.	V.A.P. = V.Ampullaris Posterior
U = Utriculus	A.C.P. = A.Cochleae Propria	V.A.I. = V.Auditiva Interna
UC = Boven deel Cochlea	A.V.C. = A.Vestibulocochlearis	V.S. = V.Saccularis
LC = Basale deel Cochlea	R.C. = Ramus Cochlearis	V.U. = V.Utricularis
	A.S. = A.Saccularis	A.C. = Aquaductus Cochleae
	A.U. = A.Utricularis	

schema I

Type	vaatobstructie/ischemie in binnenoor	bloedvat	gehoorverlies		vertigo
			hoge tonen	lage tonen	
0	geen				
1a	bovengedeelte cochlea	A.C.P.	■		
1b	basale gedeelte cochlea	R.C.		■	
11	bovengedeelte cochlea + vestibular orgaan	A.V.C.	■	■	■
11a	gedeelte vestibular orgaan	A.V.C.			■
11b	gedeelte vestibular orgaan	A.V.A.			■
1V	totaal	A.L.	■	■	■

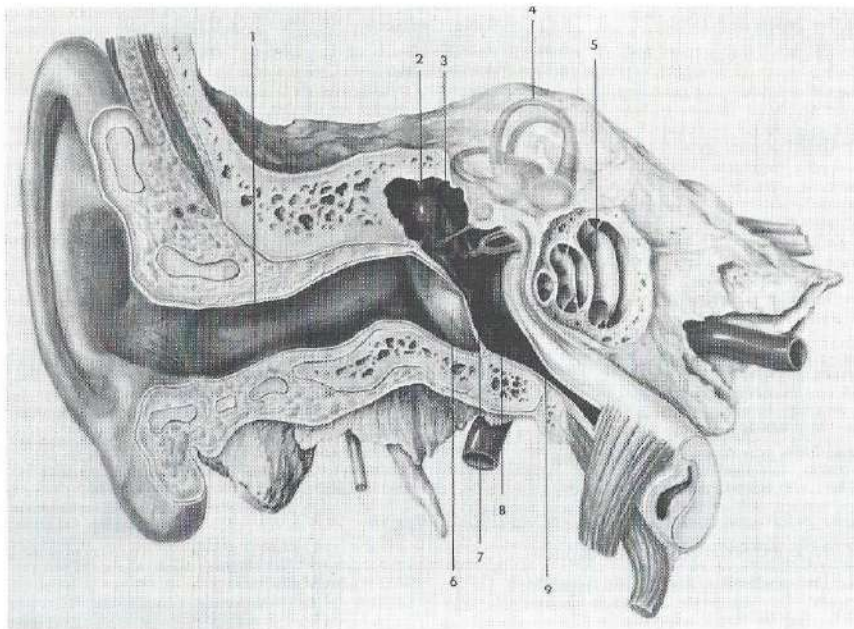
tabel 1-1

1.3. Fysiologie van het gehoor

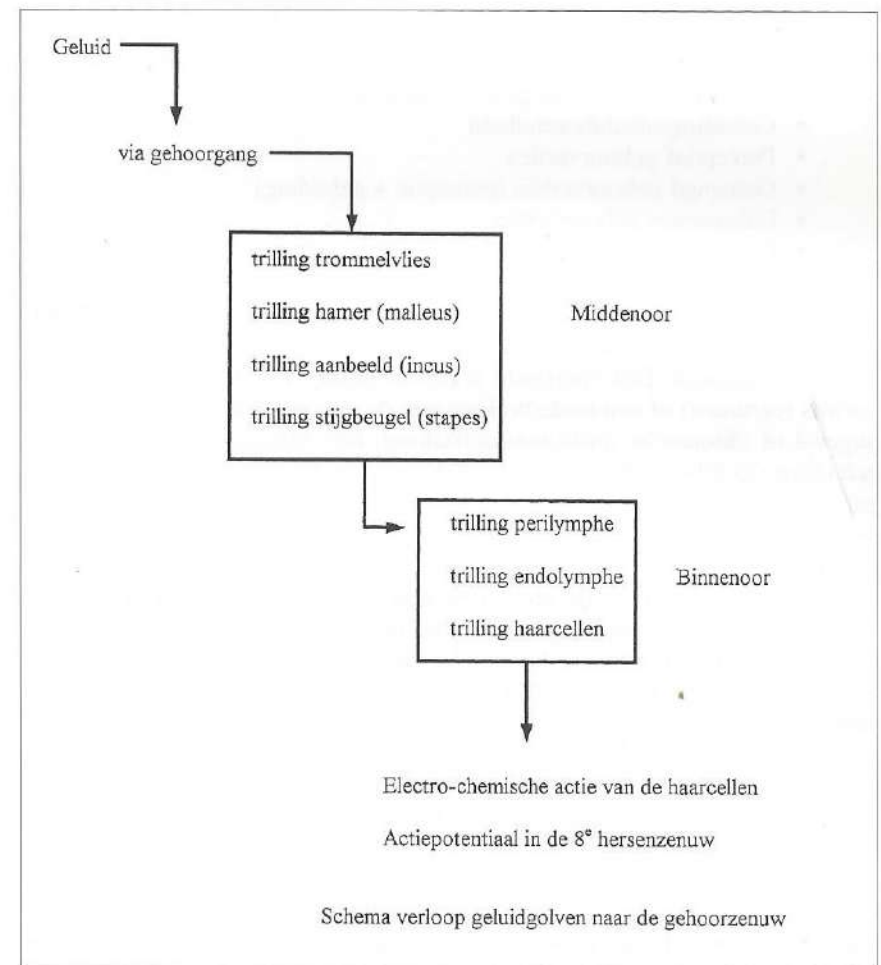
Het oor kan in drie anatomische onderdelen verdeeld worden (figuur 1-8).

- Uitwendige oor: oorschelp en uitwendige gehoorgang gescheiden door het trommelvlies
- Middenoor: holte met de drie middenoorbeentjes
- Binnenoor: cochlea, perifeer vestibulair orgaan

Geluidsgolven worden via de gehoorgang opgevangen en brengen dan het trommelvlies in trilling. Het trommelvlies met zijn dikte van ± 0.07 mm is uiterst gevoelig voor minimale drukveranderingen. Het oppervlak van het trommelvlies is ongeveer 63 mm^2 en de vorm is rond met een konische vorm naar het middenoor gericht. Aan de middenoorzijde van het trommelvlies zit de hamer (malleus) als gehoorbeentje vast. Aan de hamer is via een gewrichtsvlak het middenoorbotje met het aanbeeld (incus) verbonden. Het aanbeeld is op zijn beurt via een slanke verbinding weer verbonden met de stijgbeugel (stapes). Deze gehoorbeenketen is door ligamenten en twee kleine spieren in het middenoor opgehangen. Via deze gehoorketen worden minimale geluidsdrukveranderingen naar het binnenoor overgebracht. De stijgbeugel brengt met zijn voetplaat de perilymphe van het binnenoor (perilymphe) in trilling. Door het trillen van de perilymphe worden de zenuwcellen van het orgaan van Corti (binnenste en buitenste haarcellen) per frequentie geactiveerd met als gevolg electro-chemische impulsen, die worden samengesteld en getransporteerd via de achtste hersenzenuw (4 zenuwkernen) naar de akoestische hersen-



figuur 1-8



schema II

schors (schema II). Wanneer deze impulsen de hersenen bereikt hebben, wordt het geluid waargenomen. Het normale gehoororgaan neemt geluidstrillingen waar naar frequentie, sterkte en tijdsduur. De mens (jong en gezond) kan geluidstrillingen waarnemen in het frequentiegebied van 20 tot 20.000 Hz. Het gevoeligste gebied van ons gehoor ligt tussen 500 en 4000 Hz. Buiten deze frequenties neemt de gevoeligheid snel af. De gevoeligheid van het gehoor kan getest worden met een audiometer en wordt door middel van een audiogram grafisch weergegeven. In een audiogram wordt op de horizontale as logaritmic de frequentie in Hertz (Hz) afgebeeld en op de verticale as wordt eveneens logaritmic de geluidsterkte in decibel (dB) weergegeven. Een toondrempel kan worden gemeten en deze geeft dan juist de grenslijn tussen hoorbaar en onhoorbaar geluid voor verschillende frequenties aan.

Gehoorverlies

Het complexe gehoorsysteem kan door verschillende oorzaken beschadigd worden. Men kent de volgende gehoorverliezen:

- Geleidingsslechthorendheid
- Perceptief gehoorverlies
- Gemengd gehoorverlies (perceptie + geleiding)
- Functioneel gehoorverlies
- Centraal gehoorverlies

Bij geleidingsslechthorendheid is er sprake van een storing in de voortgeleiding van het geluid via de gehoorgang en de gehoorbeentjes in het middenoor naar het binnenoor. Een voorbeeld is een afsluiting van de gehoorgang door oorwas (cerumen) of een onderbreking van de gehoorbotjes op basis van een ongeval of chronische middenoorontsteking. Een bijzondere vorm van een geleidingsslechthorendheid is de aandoening otosclerose, waarbij de stijgbeugel gefixeerd raakt. Trillingen kunnen dan niet aan het binnenoor worden doorgegeven.

Bij perceptief gehoorverlies bestaat er een storing in de verwerking van de trilling op het niveau van de zenuwcellen in de cochlea of in de transportatie van de electro-chemische impulsen vanaf de haarcellen naar de akoestische hersenschors (retrocochleaire banen). Voorbeelden van deze vorm van slechthorendheid zijn: ouderdomsslechthorendheid, lawaaibeschadiging, de meeste vormen van aangeboren slechthorendheid, gehoorverlies door intoxicatie en plotsdooftheid.

Bij gemengd gehoorverlies bestaat er zowel een stoornis in de voortgeleiding van het geluid als in de verwerking van het geluid. Vaak gaat het in deze vorm van slechthorendheid om het resultaat van chronische middenoorinfecties, al dan niet in samenhang met middenooroperaties.

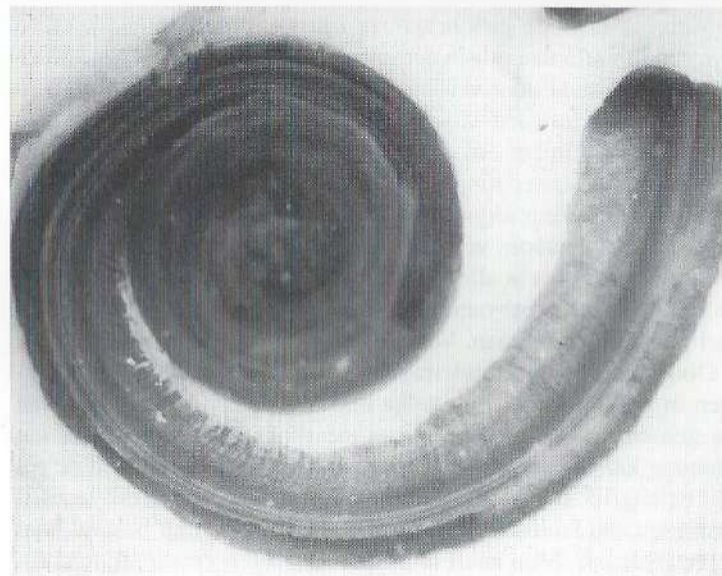
Bij functioneel gehoorverlies kan de onderzoeker met zijn audiometrische testbatterij geen gehoorverlies aantonen, terwijl de patiënt toch last heeft van gehoorsvermindering. Vaak ligt er een emotionele of psychische oorzaak aan deze vorm van gehoorverlies ten grondslag.

Centraal gehoorverlies, ook wel centrale dysacusis genoemd, zou optreden bij een stoornis in de verwerking van de geluidsimpulsen in de akoestische hersenschors. Het gaat hierbij meer om een aandoening van het centrale zenuwstelsel. De interpretatie van het geluid is gestoord.

Door keel-, neus- en oorheilkundig onderzoek en audiologisch onderzoek kan men vaststellen van welk type gehoorverlies er sprake is. Het audiogram vormt daarbij één van de belangrijkste meetgegevens om de validiteit van gehoorfunctie vast te leggen.

1.4. Ouderdomsslechthorendheid (presbycusis)

Het is algemeen bekend dat de mens met het vorderen van de leeftijd een vermindering van zijn gehoorfunctie te wachten staat. Doordat de gemiddelde leeftijdverwachting de laatste decennia duidelijk is toegenomen, neemt het



figuur 1-9. Cochleadissectie van een geval van presbycusis.

aantal mensen met gehoorvermindering door het verouderingsproces toe. In 1891 was het de Nederlander Zwaardemaker die er voor het eerst op wees dat het ouderdomsslechthorendheid van puur perceptieve aard is. Ook wees hij er op dat bij het toenemen van de jaren allereerst de hoge tonen in het gehoor verloren gaan. Van de vele condities die kunnen leiden tot een perceptief gehoorverlies bij volwassenen komt presbycusis (het gehoor van de oude mens) het meest voor. Presbycusis is dus duidelijk een ouderdomsverschijnsel. Zoals reeds vermeld gaat het met name om een verlies van het perceptief gehoor in de hoge tonen. Een verklaring voor deze hoge tonen slechthorendheid zou kunnen liggen in de degeneratieve processen in het ganglion spirale. Er treedt een atrofie op van de zenuwcellen en hun vezels, en deze atrofie begint meestal in het basale gedeelte van de cochlea (figuur 1-9). De afname van de zenuwvezels wordt groter met het vorderen van de leeftijd. Presbycusis mag niet verward worden met aangeboren progressieve perceptief slechthorendheid. Deze aandoening heeft echter een duidelijk overerfbaar aspect en begint meestal op jongere leeftijd.

De anamnese is in die gevallen dan ook erg belangrijk.

Wanneer spreekt men van presbycusis? In het algemeen kan men stellen dat wanneer wij een patiënt hebben van 70 jaar met een perceptief gehoorverlies in de hoge frequenties de diagnose presbycusis wordt gesteld. Vinden wij echter bij iemand van 40 jaar dit gehoorverlies, dan spreekt men eerder van een perceptief gehoorverlies van onzekere aetiologie. Over de pathofysiologie van de (sensorisch) presbycusis bestaan een viertal theorieën (Schuknecht), die de atrofie van het orgaan van Corti trachten te verklaren. Presbycusis is een langzaam proces en begint meestal na het 50e jaar. Doordat het proces

langzaam voortschrijdt heeft de patiënt weinig last van deze communicatieve aandoening. De eerste vorm van presbycusis zou de neurale vorm zijn, waarbij het gehoorverlies ontstaat door verlies van zenuwvezels en cellen op centraal neurale niveau. Bij deze vorm van presbycusis vindt men vaker een fors verlies in de spraakdiscriminatie. Bij de metabolische vorm van presbycusis hebben wij te maken met veranderingen in het metabolische transductiemechanisme in het cochleaire zenuwstelsel. Ook spelen afwijkingen in de stria vascularis op basis van metabole veranderingen een rol. Meestal vindt men een toegenomen gehoorverlies in alle frequenties. Een andere vorm van presbycusis is de mechanische presbycusis op basis van een verkalking en verstijving van het basilaire membraan. Voorts kent men nog de zgn. vasculaire presbycusis. Door ouderdomsveranderingen in de circulatie treden uiteindelijk afwijkingen in het binnenoor op, welke leiden tot een vermindering van de perceptieve gehoorfunctie. Factoren zoals metabolisme, voeding, klimaat en geluidsinvloeden kunnen op de progressie van invloed zijn. Vooral de rol van geluid lijkt belangrijk te zijn voor het eerder optreden van presbycusis. Buiten het vermijden van factoren zoals lawaai is er nog weinig bekend over preventie van presbycusis. Men heeft te maken met een normaal slijtageproces van het ouder worden, waarbij langzaam irreversibele veranderingen plaatsvinden in de ganglioncellen en binnenoorstructuren. In het verleden werd wel eens geopperd dat extra vitaminen en een cholesterol-arm dieet het presbycusisproces zouden kunnen verminderen. Veel wetenschappelijke informatie is hierover echter niet voorhanden. Als behandeling van presbycusis is in het algemeen het aanpassen van een hoortoestel geïndiceerd. Soms is naast het aanpassen van een hoortoestel verdere revalidatie door bijvoorbeeld hoortraining noodzakelijk. Het is bekend dat slechts 40-50% van de slechthorende bejaarden de hulp van de medicus inroept. Mogelijk bestaat er een berusting bij de oudere patiënten en beschouwen zij presbycusis als een onontkoombaar gevolg van het ouderdomsproces.

Samengevat zou men kunnen zeggen dat presbycusis een duidelijk "fysiologisch" ouderdomsproces is, dat zich kenmerkt door het verminderen van het gehoor, voornamelijk in de hoge frequenties. De aetiologie van dit ouderdomsproces is nog steeds onzeker en er schijnen vele factoren hun invloed te hebben op het versneld/verminderd toenemen van het gehoorverlies op oude leeftijd.

1.5. Gehoorbeschadiging door geluid

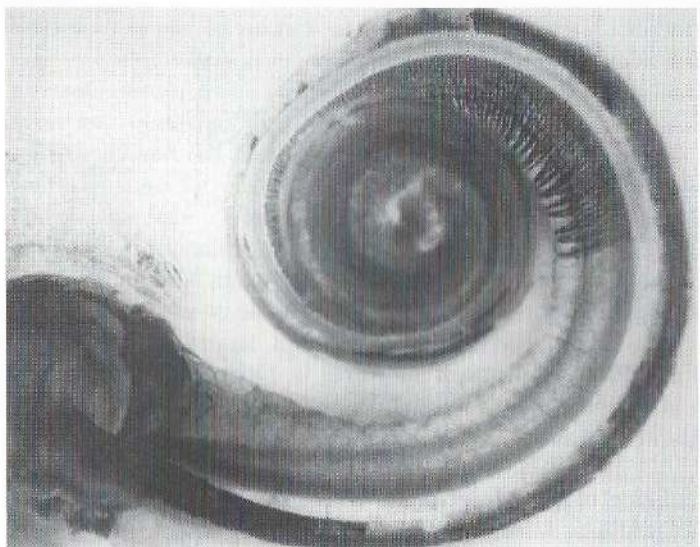
Alweer meer dan zestig jaar geleden schreef professor Burger in zijn befaamde leerboek 'Keel- Neus- en Oorzaken' dat de anti-lawaai campagne de krachtige steun der geneeskundigen verdient. Sinds de industriële revolutie is het bekend dat er gehoorverlies kan optreden ten gevolge van lawaai op de werkvloer. Zo kennen we bijvoorbeeld de term "keteldooft" (Boilers makers deafness). De slechthorendheid ontstaat bij het werk in bijvoorbeeld ketelhuizen werd gekarakteriseerd door het verlies in het waarnemen van de hoge tonen. Gedurende de laatste eeuw is door de toename van de mechanisa-

tie op de werkvloer het lawaai sterk toegenomen, met als gevolg een toename van de beschadigende werking van het geluid op het oor. Het gehoororgaan (de cochlea) is niet in staat acute akoestische trauma's te weerstaan. Ook kan het gehoororgaan de continue of herhalende invloed van geluid met hoge intensiteit niet weerstaan zonder dat er beschadiging in het binnenoor ontstaat. Het resultaat van lawaai-beschadiging kan bestaan uit gehoorverlies, oorsuizen, in sommige gevallen duizeligheid en eventueel andere schade aan het zenuwstelsel. Men kan onderscheid maken in twee vormen van lawaai-beschadiging. Zo kennen we het acute akoestische trauma en het gehoorverlies ontstaan door langdurige blootstelling aan lawaai. Het acute akoestische trauma kan zowel enkel- als dubbelzijdig aanwezig zijn, terwijl het chronische lawaaitrauma bijna altijd symmetrisch aanwezig is. Door overmatige blootstelling aan geluid ontstaan er zowel tijdelijke als permanente veranderingen in het morfologische, biochemische en electrofysiologische systeem van het binnenoor.

Bij lawaai-beschadiging is het belangrijk om een onderscheid te maken in de intensiteit van het geluid en de duur waarop het lawaai het gehoor heeft aangetaast. Een voorbeeld van een acuut akoestisch trauma is een explosie (bijv. schieten of vuurwerk) in de nabijheid van de patiënt. Jarenlange arbeid in een lawaai-erige omgeving kan op den duur ook tot gehoorverlies leiden. Gewoonlijk wordt het effect van overmatige blootstelling aan lawaai beschreven aan de hand van het effect, dat waarneembaar is in de toondrempel van het audiogram. Vindt men een verandering van de gehoordrempel na de blootstelling aan geluid, dan spreekt men van een drempelverandering (threshold shift). Men kent de tijdelijke gehoordrempeldaling (temporary threshold shift) en de permanente drempeldaling (permanent threshold shift). Het spreekt vanzelf dat men alleen van een lawaai-beschadiging kan spreken indien er geen andere redenen zijn waardoor de gehoordrempeldaling is ontstaan.

Afwijkingen in het binnenoor door lawaai-beschadiging

De eerste, die histologische afwijkingen van het binnenoor als gevolg van lawaai beschreef was Haberman in 1890. Hij beschreef de afwezigheid van haarcellen, zenuwvezels en ganglioncellen in het binnenoor van een smid, die was overleden als gevolg van een treinongeval. De smid was bekend met een gehoorverlies in de hoge tonen als gevolg van zijn werk. Hij had de trein niet horen aankomen! Recent onderzoek heeft aangetoond, dat er een diffuse degeneratie van haarcellen en zenuwen ontstaat in het tweede kwadrant van de basale winding van de cochlea (figuur 1-10). Dierexperimenteel onderzoek heeft aangetoond, dat er door lawaai allereerst in de buitenste haarcellen van de basale winding afwijkingen ontstaan (vacuolen in het endoplasmatische reticulum, lysosomale granulae onder de cuticula, degeneratie van mitochondria, afwijkingen in de stereocilia en uiteindelijk rupturen in de haarcellen). Ook zijn dergelijke afwijkingen in de stria vascularis aantoonbaar als gevolg van lawaai-beschadiging. Langdurig lawaai zou vasoconstrictie van de capillairen van het binnenoor kunnen geven met als gevolg degeneratie van de haarcellen. Secundair degenereren de zenuwcellen en vezels. Zijn de haarcellen afgestorven, dan is het proces irreversibel.



figuur 1-10. Cochleadissectie van een geval van presbycusis.

Lawaaislechthorendheid als beroepsziekte

Beroepsmatig gehoorverlies is een specifieke aandoening ontstaan door een continue beschadiging van het gehoororgaan door overmatig langdurig lawaai. De diagnose 'lawaaislechthorendheid' kan niet alleen maar gesteld worden op basis van een audiogram waarop in de hoge tonen perceptieverlies gezien wordt. Allereerst moet de anamnese een duidelijke aanwijzing geven voor eventuele indicatie tot het stellen van de diagnose 'lawaaislechthorendheid'. Voorts dienen andere aandoeningen zoals: acousticus neuroma, labyrinthitis, ototoxiciteit, virale infectie, akoestisch trauma, schedelbasistrauma, aangeboren slechthorendheid, diabetes, presbycusis of otosclerose uitgesloten te worden.

The American College of Occupational Medicine Noise and Hearing Conservation Committee heeft een aantal karakteristieken van lawaaislechthorendheid aangegeven. Zo kennen we de volgende punten:

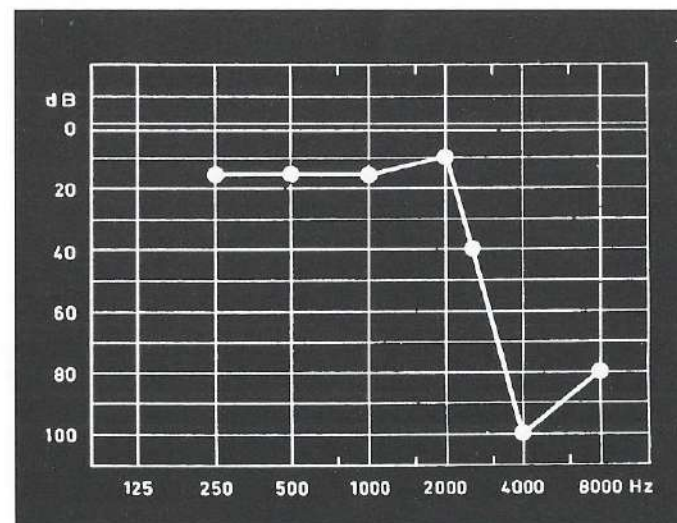
- Het betreft altijd een perceptieve slechthorendheid op basis van haarcelverlies in het binnenoor.
- De aandoening is bijna altijd dubbelzijdig. Het audiogram vertoont bilateraal een gelijke vorm.
- Er is bijna nooit een totaal gehoorverlies aanwezig.
- Wanneer de blootstelling aan lawaai is onderbroken treedt er geen verder substantieel gehoorverlies als resultaat van het lawaai op.
- Een gehoorverlies maakt het oor niet gevoeliger voor toekomstige lawaai-blootstelling.
- Het eerste gehoorverlies is waarneembaar bij de frequenties 3000, 4000 en 6000 Hz. Er is altijd meer verlies bij 3000, 4000 en 6000 Hz dan bij 500, 1000 en 2000 Hz. Het grootste gehoorverlies bij lawaaislechthorendheid vindt men bij 4000 Hz.

- Is er sprake van een regelmatige blootstelling aan lawaai dan bereikt het gehoorverlies bij de frequenties 3000, 4000 en 6000 Hz zijn maximum na ongeveer 10 tot 15 jaar.
- Continue blootstelling gedurende een jaar is meer beschadigend voor het binnenoor dan afwisselende blootstelling aan lawaai.

De diagnose lawaaislechthorendheid wordt gebaseerd op de zojuist genoemde criteria. Men dient zorgvuldig de diagnose te stellen daar er vaak medische, juridische en economische consequenties aan kleven. Lawaaislechthorendheid is vaak te voorkomen door vermindering van geluidsoverlast op de werkvloer. Indien dit niet mogelijk is, kunnen diverse vormen van gehoorbeschermers effectief de kans op lawaai-beschadiging verminderen.

De lawaaidip

Gehoorverlies door lawaai kenmerkt zich door het feit, dat er bij KNO-heelkundig onderzoek geen afwijkingen aan de gehoorgang en het trommelvlies worden gevonden, terwijl er wel een afwijking in het toonaudiogram waarneembaar is. Karakteristiek voor een lawaai-beschadiging van het binnenoor is de zgn. 4000-Hz lawaaidip in het toonaudiogram. *Figuur 1-11* toont een dergelijk audiogram. Langdurige blootstelling aan geluid van een hoge intensiteit resulteert vaak in een perceptief gehoorverlies, dat het grootst is tussen 3000 en 6000 Hz. De pathogenese van de 4000 Hz dip is nog steeds onduidelijk. Mogelijk is een bepaald gedeelte van de basale winding in de cochlea uiterst gevoelig voor lawaai. Anatomisch is met name de vascularisatie van het orgaan van Corti in dit gebied duidelijk anders dan in de overige windingen van het binnenoor. Sommige onderzoekers menen dat vasoconstrictie een grote rol speelt bij het de pathogenese van het lawaaitrauma. De lawaaidip in het toonaudiogram wordt meestal dubbelzijdig aangetroffen. Een uitzondering hierop zijn de explosiegehoortraumata. Bij dit soort lawaai-beschadigingen



figuur 1-11. Toonaudiogram van een geval van lawaai-beschadiging.

kan het hoofd als een bescherming dienen. Zo ontstaat er een lawaaidip in het oor dat het dichtst bij de explosie is. Bekend is de lawaaidip bij jagers. Het linker oor heeft dan een dip bij rechtshandige schutters, omdat dat oor dan het dichtst bij de loop gelegen is. Het hoofd gedraagt zich dan als een schaduw-scherm voor het lawaai. In de anamnese naar een lawaaibeschadiging mag dan ook de vraag naar hobby's zoals jagen en schieten niet ontbreken. Hoewel een lawaaidip in het toonaudiogram een sterke indicatie geeft voor een lawaaibeschadiging van het gehoor, zal men altijd andere aandoeningen zoals genoemd in het begin van dit hoofdstuk eerst uitgesloten moeten hebben.

1.6. Ototoxiciteit

Het is al lang bekend dat sommige geneesmiddelen en chemicaliën een beschadigend effect kunnen hebben op de functie van het binnenoor. Nog voor de tijd dat de antibiotica werden geïntroduceerd, waren salicylzuur, nicotine, alcohol en kinine bekend als toxische producten voor het binnenoor. Zo beschreef Morton al in 1692 de ototoxische bijwerking van het kinine en vond Muller in 1877 gehoorverlies na het gebruik van salicylzuur. In 1944 ontdekte Waksman het aminoglycoside antibioticum streptomycine. Dit antibioticum bleek naast de goede therapeutische werking bij tuberculose echter ook een bijzondere bijwerking te bezitten. Hinshaw en Feldman (1945) toonden aan dat streptomycine bij parenteraal gebruik een beschadigende werking had op het binnenoor met als gevolg evenwichtsklachten en een perceptief gehoorverlies. Gewoonlijk wordt er van ototoxiciteit gesproken wanneer een middel beschadiging van het gehoor en evenwichtsorgaan heeft veroorzaakt. Een dergelijke schade ontstaat meestal als bijwerking van bepaalde medicamenten. Daarnaast is ook bekend dat in de industrie optredende intoxicaties eveneens beschadigingen van het binnenoor en evenwichtsorgaan kunnen geven. In de praktijk lijkt de incidentie van ototoxiciteit door medicamenten gelukkig niet hoog te zijn. Het kan echter ook zo zijn, dat het perceptieve gehoorverlies, ontstaan als niet bedoelde bijwerking, in eerste instantie over het hoofd wordt gezien. Gehoorverlies als onbedoelde bijwerking van geneesmiddelen wordt meestal gezien bij uitgebreide klinische behandelingen van onder andere kankerpatiënten, die met antikankermiddelen zoals cisplatinum worden behandeld. Daarnaast kan ototoxiciteit optreden door het gebruik van de bekende ototoxische aminoglycoside antibiotica bij bijvoorbeeld ernstige ongevalsletsels, darmperforaties, peritonitis en/of sepsis. Worden daarbij nog de klassieke lisdiuretica ingezet, dan neemt de kans op ototoxiciteit toe. De tot nu toe meest bekende ototoxische geneesmiddelen staan in *tabel 1-2* weergegeven. De lijst is zeker niet compleet; regelmatig verschijnen er publicaties, waarin men de mogelijke ototoxische bijwerking van een nieuw middel geconstateerd meent te hebben. De aminoglycoside antibiotica vormen bij parenteraal gebruik tegenwoordig, mede door de zeer frequente therapeutische toepassing in de praktijk, de belangrijkste groep van ototoxische medicamenten. De laatste jaren komen ook de zogenaamde lisdiuretica en diverse cytostatica wat betreft hun ototoxische bijwerking in de belangstelling. De ototoxiciteit van de parenteraal toegepaste aminoglycoside antibiotica is alom bekend. Sinds

CHEMICALIËN			
alcohol (locaal) jodium (locaal) koolmonoxyde lood ammoniak anilinekleurstoffen benzeengassen chenopodiumolie chlorororm chroomtrioxyde cadmium hydrocyanide kooldisulfide kwikverbindingen			
GENOTMIDDELEN			
alcohol tabak coffeïne morfine			
GENEESMIDDELEN			
Antibiotica (aminoglycoside) streptomycine dihydrostreptomycine neomycine kanamycine amikacine tobramycine gentamicine netilmicine overige antibiotica erythromycine vancomycine minocycline chloorampfenicol (locaal) ampicilline colistine ristocetine polymyxine B (locaal) viomycine	Oncolytica cisplatine bleomycine stikstofmostert	Lisdiuretica ethacrynezuur furosemide acetolamide bumetadine mannitol	Overige geneesmiddelen kinine salicylaten chloorhexidine pentobarbital tetanus-antitoxine procaine atropine (locaal) morfine strychnine

tabel 1-2

de jaren vijftig zijn er meer dan tweeduizend publicaties verschenen over deze bijwerking bij het proefdier. Het aantal publicaties over ototoxiciteit bij de mens is echter beduidend minder. Uit onderzoeken blijkt, dat de aminoglycoside antibiotica primair de zintuighaarcellen in het binnenoor blijvend beschadigen. Het antikankermiddel cisplatinum beschadigt het gehele binnenoor en de lisdiuretica geven een tijdelijke verandering in de waterhuishouding van het binnenoor (oedeem van de stria vascularis). De bijwerking van de aminoglycoside antibiotica en cis-platinum is irreversibel. De bijwerking van de lisdiuretica is doorgaans reversibel, doch kan ook permanent zijn.

Overwegingen

Bij ernstige levensbedreigende aandoeningen is men gedwongen om die middelen in te zetten, die noodzakelijk zijn voor het overleven van de patiënt. Vaak gaat het hierbij om een combinatie van geneesmiddelen, die intraveneus worden toegediend. Indien het om aminoglycoside antibiotica, antikankermiddelen, lisdiuretica of een combinatie van deze middelen gaat, zal men rekening moeten houden met de eventuele ototoxische bijwerking. Het doseringschema bij aminoglycoside antibiotica is dan van groot belang. Zo blijkt een eenmaal daagse toediening even effectief als een driemaal daagse. Terwijl de nefrotoxische bijwerking van de aminoglycoside antibiotica bij een eenmaal daagse toediening duidelijk minder is. Ten aanzien van de ototoxiciteit van de aminoglycoside antibiotica gaat dit laatste helaas niet op. De ototoxiciteit van de moderne aminoglycoside antibiotica onderling verschilt niet veel (zie tabel 1-3). Bij de lisdiuretica ligt dit iets anders. Uit de meeste onderzoeken blijkt dat het bumetanide minder ototoxische bijwerkingen heeft dan furosemide en ethacryne zuur. Het ligt dan ook voor de hand om, indien men genoodzaakt is een combinatietherapie te moeten instellen, dat men voor de minst ototoxische medicatie kiest. Indien het om een behandeling gaat met een lisdiureticum, gaat op grond van de voorgaande gegevens de voorkeur uit naar bumetanide, wanneer men belang hecht aan het beschermen van de gehoorfunctie bij de behandeling van de levensbedreigende aandoening.

Aminoglycoside	Ototoxiciteit	Aantal onderzochte patiënten
Gentamicine	8%	608
Tobramycine	14%	424
Amikacine	5%	660
Netilmycine	3%	3442

tabel 1-3. Percentage van ototoxiciteit van verschillende aminoglycosiden. Deze getallen zijn samengesteld uit 12 vergelijkbare prospectieve gecontroleerde onderzoeken (1978-1988).

Gehoorschadiging door medicatie is niet altijd te voorkomen. Bij levensbedreigende situaties zal men gedwongen zijn om die middelen te gebruiken die noodzakelijk zijn voor het overleven van de patiënt. Wel zal men alert dienen te zijn op het eventuele gehoorschadigende effect van zo'n therapie en bij de eerste tekenen van ototoxiciteit zal adequaat gereageerd dienen te worden. Overmatige lawaai-invloeden zullen zoveel mogelijk vermeden moeten worden bij de behandeling met ototoxische medicatie, daar de kans op toename van gehoorvermindering kan toenemen. Indien mogelijk zal altijd voor de start van de therapie informatie over de eventuele bijwerkingen gegeven moeten worden.

1.7. Plotsdoofheid

Plotsdoofheid of ook wel "sudden deafness" genoemd is een situatie waarbij een patiënt in zeer korte tijd slechthorend of zelfs geheel doof wordt aan één of aan beide oren. In 75% van de gevallen is de oorzaak van de plotselinge slechthorendheid onduidelijk en spreekt men van "idiopathic sudden sensorineural hearing loss" (ISSHL). Voor het overige worden er zeer veel verschillende mogelijke oorzaken voor de plotsdoofheid in de literatuur vermeld. Tabel 1-4 geeft een opsomming voor mogelijke oorzaken van het uitvallen van het gehoor. De incidentie van plotsdoofheid is zo'n 8-10 nieuwe patiënten per 100.000 inwoners per jaar en de gemiddelde leeftijd van ontstaan is 46-49 jaar. Zowel mannen als vrouwen worden in gelijke verdeling aangedaan. In 65% van de gevallen treedt er binnen 14 dagen een volledig of goed herstel op (natuurlijk spontaan verloop). Er bestaan vele therapie vormen, doch kritische beschouwing van alle studies naar de resultaten van de behandeling van ISSHL geeft slechts een succes van 50-70% te zien. Recent onderzoek in Nederland gaf aan, dat de behandeling in ons land voornamelijk bestaat uit bedrust en corticosteroiden. Hoewel er een spontaan beloop bestaat bij ISSHL met herstel, kiest men veelal voor een behandeling. Treedt er al dan niet na behandeling geen verbetering op van het gehoor, dan is het van belang dat de patiënt zo spoedig mogelijk een andere manier van communiceren leert. Alles opschrijven is vaak een tijdelijke oplossing bij plotsdoofheid aan beide oren. Snel zal er met spraakafzien (lippen) gestart moeten worden. In het begin van de plotsdoofheid eist dit zeker veel geduld en doorzettingsvermogen van de patiënt en zijn omgeving. Voor patiënten met een plotsdoofheid bestaat er een stichting, die zich ten doel stelt de belangen van de plotsdoven in de ruimste zin te behartigen. Het adres van deze stichting is: Stichting Plotsdoven - Postbus 43113 - 2504 AC Den Haag.

1.8. Tinnitus

Terugblikkend in de medische geschiedenis van tinnitus vinden we de eerste aanwijzingen over het bestaan van tinnitus in papyrus documenten geschreven ten tijde van het Oude Egypte. Hippokrates (460-377 v. Chr.) produceerde de eerste wetenschappelijke benadering van tinnitus. Hij bedacht, dat suizen in het oor veroorzaakt werd door pulserende bloedvaten en dat het vaatgeruis verantwoordelijk was voor de hiermee vaak gepaard gaande slechthorendheid door maskering van de uitwendige geluiden. Deze hypothese werd gesteund door

Mogelijke oorzaken voor plotsdoofheid
Cerebrovasculaire laesie
Hartklepafwijkingen
Sikkelcel anaemie
Rode bloedcelafwijkingen
Mazelen
Menigitis
Herpes infecties
Mycoplasma infecties
Cogan's syndroom
Multiple sclerose
AIDS
Colitis Ulcerosa
Arteriitis temporalis
Neurosarcoidosis
Hersen tumoren
Psychologische aspecten
Kaakchirurgie
Diabetes melitus
Roken
Anticonceptiva
Slangenbeten
Oorchirurgie
Hoofdletsel
Barotraumata

tabel 1-4

zijn tijdgenoot Aristoteles in zijn befaamde *Problemata*. Ten tijde van het oude Romeinse Rijk verschenen de eerste beschrijvingen van therapie. Meestal betrof het via de uitwendige gehoorgang toe te dienen brouwsels van min of meer obscure aard. De term tinnitus (tinnire = klinken) werd in deze periode veelvuldig gebruikt door Galenus (129-199) om het suizen in de oren te beschrijven. Hij was tevens de eerste die wees op de mogelijk toxische effecten van de diverse middelen die in het oor werden toegediend. In de middeleeuwen ontstond de gedachte dat niet alleen een uitwendige geluidsbron het inwendige geruis kon wegdrücken, maar ook dit geruis kon veroorzaken. Bacon beschreef het ontstaan van tinnitus bij (te) harde geluiden, die hij zelf proefondervindelijk onderging.

Ondanks de kennis die in de loop der tijd werd vergaard, was er tot het begin van deze eeuw weinig meer bekend over de pathogenese van tinnitus dan wat reeds door Hippocrates was geponoerd. Wel zijn er in mindere of meerdere mate relaties gelegd met diverse factoren. Pas met de komst van moderne technieken om zenuwweefsel zowel anatomisch als fysiologisch te bestuderen en

de ontwikkeling van de audiologie/audiometrie is de kennis over tinnitus toegenomen. Vooral in de afgelopen 15 jaar zijn er diverse hypothesen gepubliceerd, die gerelateerd kunnen worden aan de exponentieel toenemende kennis van de neurowetenschappen. In de loop van de tachtiger jaren doet deze kennis zich gelden door meer nadruk te leggen op centrale dan perifere processen. Immers, beschadiging van haarcellen leidt niet alleen tot degeneratie van ganglion spirale cellen maar ook tot transneuronaal degeneratie in de hersenstam. Uitgebreide parallelle en bidirectionele verbindingen tussen de auditive cortex en het limbisch systeem zouden de basis vormen van de emotionele waarde die toegekend wordt aan een tinnitus. Dit heeft echter nog niet geleid tot één overkoepelende hypothese, waaraan ongetwijfeld de ontoegankelijkheid tot de cochlea en het bijbehorende perifere en centrale zenuwstelsel ten grondslag ligt. Zonder een sluitende verklaring voor tinnitus lijkt het onmogelijk om structureel aan een therapeutische oplossing te werken.

Incidentie

De zoektocht naar een effectieve behandeling van tinnitus wordt vooral gestimuleerd door het aantal mensen dat aan deze aandoening lijdt en de ernst ervan. In Nederland is nog weinig epidemiologisch onderzoek gedaan naar het voorkomen en de mate van ernst van tinnitus. Tevens is er weinig informatie over tinnitus bij kinderen. In *tabel 1-5* wordt een poging gedaan om de epidemiologie van tinnitus bij volwassenen in Nederland in beeld te brengen door extrapolatie van diverse epidemiologische onderzoeksresultaten in de Verenigde Staten, Zweden en Nieuw-Zeeland naar de Nederlandse situatie.

Therapie

Ondanks de afwezigheid van een goede verklaring, zijn er in de loop van de geschiedenis talloze therapieën voorgesteld die zo nu en dan succesvol waren (bijv. elektrische stimulatie), maar soms ook desastreuze gevolgen konden hebben (chloroform inhalatie). De meest succesvolle therapievorm om tinnitus te onderdrukken is lidocaine (lignocaine, tocinide) dat goede resultaten laat zien (significante vermindering bij circa 56-82% van de patiënten), maar helaas veel bijwerkingen bleek te hebben met slechts een kortdurend effect zonder een patiëntvriendelijker toedieningsvorm dan intraveneus. Tot nu toe is de meest gevolgde behandelingsmethode symptomatisch; geruststelling, psychotherapie al dan niet in combinatie met een suismasker. De behandeling met hyperbare zuurstof (HBO) lijkt sinds kort ook een mogelijkheid te zijn voor de behandeling van tinnitus. In zeer ernstige gevallen kan deze behandeling overwogen worden, maar uit recent onderzoek is gebleken, dat de HBO in sommige gevallen de kwaal ook kan verergeren.

% bevolking in Nederland	Aantal patiënten	Ernst tinnitus
35 %	3,5 miljoen	Soms tinnitus
1 - 2,5 %	10.000 - 250.000	Continu last van tinnitus
0,5 - 1 %	50.000 - 100.000	Ondraaglijke tinnitus

tabel 1-5

Hoofdstuk 2

De KNO-arts en het beoordelen van de validiteit van het gehoor

B.E. Glazenburg

*Ziekenhuis Bronovo
Den Haag*

2.1. De rol van de arts en de deskundige bij de validiteitsbeoordeling van het gehoor	25
2.2. De rol van de KNO-arts bij de validiteitsbeoordeling van het gehoor	29
De anamnese	29
Het KNO-onderzoek	29
2.3. Het gehooronderzoek door de KNO-arts	30
De audiometrische procedure	30
2.4. Algemene aspecten van de validiteitsbeoordeling	32
Presbycusis	32
De invaliditeitsdrempel	32
De bijdrage van twee oren aan de geluidsperceptie	33
2.5. Validiteitsbepalingen	34
Het AAO-1979 model	34
Het Engelse model	36
Validiteitsschalen in andere landen	37

2.1. De rol van de arts en de deskundige bij de validiteitsbeoordeling van het gehoor

Alvorens nader in te gaan op de specifieke rol, die de KNO-arts speelt bij de beoordeling van de validiteit van het gehoor, enkele opmerkingen over de rol van de arts en de deskundige bij het vaststellen van de mate van invaliditeit.

In het kader van een validiteitsbeoordeling, zoals bij het gehoor, spelen specifieke aspecten een rol, die mede bepalend zijn voor de verhouding tussen de arts en de betrokkene. De arts die verantwoordelijk is voor het keuringsonderzoek en het uitbrengen van een deskundigenrapport moet zich ervan bewust zijn dat de relatie tussen de medicus en degene die gekeurd wordt een geheel andere inhoud heeft dan wanneer sprake is van een arts-patiënt-relatie in een zuiver medische aangelegenheid. Het vaststellen van de mate van invaliditeit en het al dan niet toekennen van een bepaalde claim kunnen bedoeld of onbedoeld beïnvloed worden door het meer of minder sterk op de voorgrond plaatsen van bepaalde klachten en door het oordeel van de onderzoeker. De arts dient de te onderzoeken persoon zijn vertrouwen te geven dat hij er borg voor

staat dat hij al het mogelijke zal doen om tot een zo objectief mogelijke beoordeling van de mate van invaliditeit te komen. In dit verband kan het nuttig zijn wanneer de instantie die opdracht geeft voor het onderzoek een aantal duidelijke vragen aan de onderzoeker voorlegt.

Het moet ook duidelijk zijn wat de relatie is tussen de instantie die het onderzoek aanvraagt en degene die het onderzoek ondergaat. De aspecten van de invaliditeit die moeten worden vastgelegd in het onderzoek dienen uitdrukkelijk in de vraagstelling te zijn geformuleerd en ook dient expliciet de vraag vermeld te worden naar het causale verband van de gevonden afwijking. Het vastleggen van bepaalde subjectieve klachten die bij het beoordelen van de mate van validiteit van belang zijn, vormt een probleem apart. Begeleidende verschijnselen als oorsuizen en duizeligheid die in het kader van de validiteitsschatting van het gehoor vaak een belangrijke rol spelen, zijn niet altijd in maat en getal uit te drukken, maar kunnen wel van belangrijke invloed zijn op het functioneren van de betrokkene.

De keuringsarts moet zo volledig mogelijk zijn geïnformeerd over de voorgeschiedenis van de persoon die voor het onderzoek aan hem of haar is toevertrouwd. Dit betekent dat de keurend arts over alle relevante gegevens dient te beschikken. In het kader van een bepaling van een mogelijke gehoorschade zullen eventueel eerder gemaakte audiogrammen van groot belang zijn. De lawaai-belasting op de werkplek en de mate en duur van lawaai-expositie dienen bekend te zijn of eventueel alsnog te worden gemeten.

Voor degene die het onderzoek moet ondergaan kan de uitkomst zwaarwegende consequenties hebben. Deze kunnen op het financiële vlak liggen wanneer het gaat om een vergoeding van de geleden schade, maar evengoed kan de uitkomst van het onderzoek verstrekking maatschappelijke en sociale gevolgen hebben voor iemands gehele verdere loopbaan.

In het uiterste geval kan de uitslag van het onderzoek een definitief einde zijn van een bepaalde arbeidssituatie. In minder ernstige gevallen zullen de bevindingen van het onderzoek een nieuwe basis kunnen zijn voor een mogelijke aanpassing aan een veranderde arbeidssituatie.

Tevens bestaat er een grote variabiliteit in de problemen die een eventuele vermindering van het gehoor met betrekking tot de arbeidssituatie met zich mee kan brengen, bijvoorbeeld een gering hoge tonen verlies heeft voor een violist een andere betekenis dan voor iemand die in de bouw werkzaam is.

Gezien deze belangrijke consequenties van de uitkomst van het onderzoek, achten sommigen het gebruik van vragenlijsten ten behoeve van de te keuren persoon een onbruikbaar instrument voor het beoordelen van de validiteit (Gatehouse, 1990). Van de arts die het onderzoek uitvoert wordt verwacht dat hij zich beperkt tot de specifieke handicap waarvoor zijn deskundigheid wordt verlangd, alhoewel soms de sociaal-economische gevolgen van eventuele uitkomst van het onderzoek onbewust in de oordeelsvorming worden meegewogen. Aan de hand van een gerichte anamnese zal de arts voor zich-

zelf een beeld moeten vormen van de problematiek die de betrokkene van zijn handicap heeft. Mogelijk is een andere onderliggende ziekte of aandoening een verklaring voor zijn klachten. De onderzoeker dient zich te oriënteren over de algehele gezondheidstoestand en de medische voorgeschiedenis van betrokkene. Het gebruik van bepaalde medicamenten nu en in het verleden kunnen van belang zijn. Tevens dient de arts een indruk te verkrijgen over de sociale en familie-omstandigheden.

In het Nederlandse sociale stelsel staat de revalidatie van de restcapaciteit sterk op de voorgrond, terwijl in sommige andere landen het accent meer ligt op een eenmalige compensatie van de geleden schade. Het valt enigszins buiten het kader van deze bundel om uit te maken aan welke opvatting men de voorkeur wenst te geven, maar waarschijnlijk ligt de meest rechtvaardige oplossing voor de betrokkene in het midden. Onduidelijkheid en onvrede met en over de deskundige expertise leiden veelal tot een kostbare en frustrerende afwikkeling van zaken.

Alvorens er sprake kan zijn van een eventuele revalidatie van de restcapaciteit of het uitkeren van een schadeclaim, zal moeten worden aangetoond dat er sprake is van een letsel van het gehoor, al dan niet ontstaan door de omstandigheden op het werk of welke oorzaak dan ook. In dit lange traject spelen vele deskundigen een belangrijke rol met op de werkplek de bedrijfsarts, die adviseert over de preventie van de medische gevolgen van de arbeidsomstandigheden. Wanneer er mogelijk sprake is van een gehoorbeschadiging door lawaai op de werkplek is het bepalen van de geluidsbelasting op de werkplek van groot belang. In dit kader is ook het eventueel verrichten van screeningsaudiometrie zinvol.

De bedrijfsarts bij een Arbo-dienst kan in het belang van de betrokkenen in een vroeg stadium verwijzen voor een uitgebreid audiologisch onderzoek. Ergens aan het begin van het beoordelingstraject van een mogelijke gehoorschade staat de KNO-arts, die als specifiek orgaan-deskundige specialist aan de hand van zijn onderzoek de aard, mate en mogelijke oorzaak van het gevonden gehoorverlies moet opsporen. De KNO-arts beschikt met het doen van zorgvuldige audiometrie in het toondrempelaudiogram over een redelijk exacte methode om de mate van verlies van zintuigfunctie vast te stellen. Bij een gebleken afwijking van de norm is, mede afhankelijk van de oorzaak, de terugkoppeling met de bedrijfsarts essentieel. De arts zal zich bij de beoordeling van de auditieve handicap bewust moeten zijn, dat bij een zelfde verlies in het toondrempelaudiogram voor verschillende slechthorenden de mate waarin het gehoorverlies als handicap beleefd wordt individueel sterk kan verschillen.

Daar komt nog bij dat in de meeste systemen van validiteitsbeoordeling geen onderscheid wordt gemaakt tussen de zogenaamde geleidings- en perceptieve vormen van slechthorendheid, hetgeen voor de mogelijkheden van een eventuele revalidatie een belangrijk verschil kan maken.

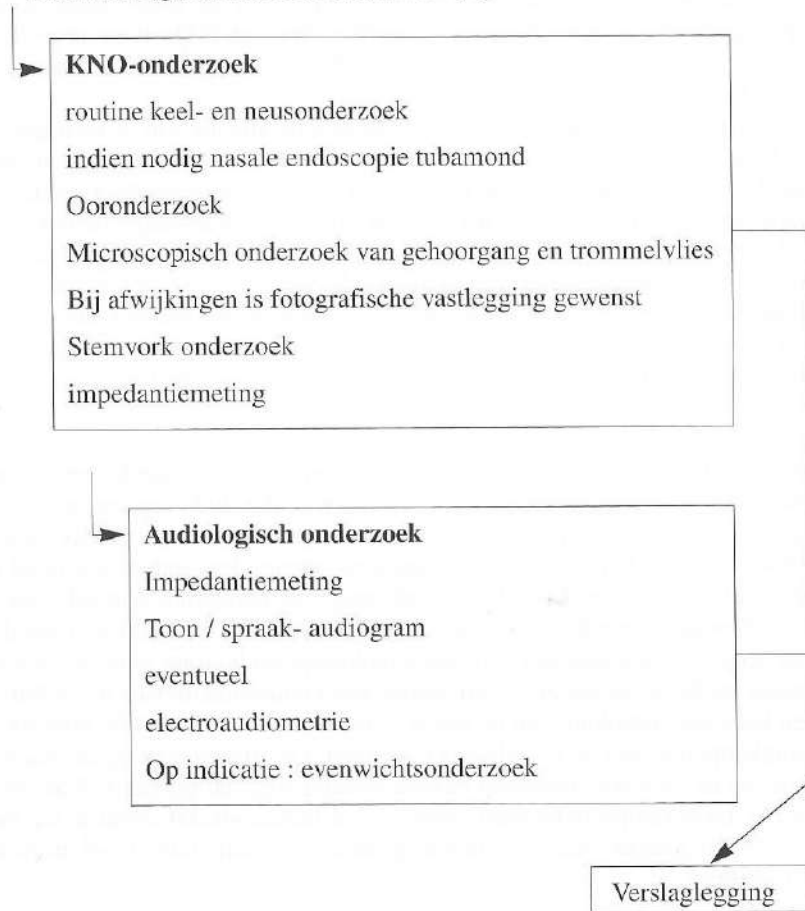
In veel gevallen zal het audiometrisch onderzoek door de KNO-arts onvol-

doende zijn om het verlies van zintuigfunctie voldoende in kaart te brengen.

Aan het eind van het traject van de beoordeling van de validiteit staat weer de bedrijfsarts en mogelijk de verzekeringsarts, die aan de hand van het rapport van de KNO-arts of audioloog, moet uitmaken wat de mogelijkheden voor een zinvolle revalidatie van de gevonden restcapaciteit zijn. Het is in het belang van de betrokkene dat alle deskundigen betrokken bij het beoordelen van de validiteit elkaars taal spreken en verstaan.

Beleid bij gehoorvalidatie

Anamnese (gestructureerde anamneselijst)



RT'97

figuur 2-1

2.2. De rol van de KNO-arts bij de validiteitsbeoordeling van het gehoor

In *figuur 2-1* is schematisch aangegeven wat de rol van de KNO-arts bij de beoordeling van de validiteit van het gehoor is. In de figuur wordt verwezen naar de toelichting in de tekst.

De anamnese

De keuringsarts dient zelf de anamnese nauwkeurig op te nemen. In het kader van een meer gestandaardiseerde benadering van het validiteitsprobleem wordt met deze bundel een standaard vragenlijst geïntroduceerd, die in *bijlage 1* is opgenomen. Uiteraard heeft een gestandaardiseerde lijst een aantal beperkingen, maar de voordelen ervan zijn uiteindelijk groot. Aan de hand van de vragen kunnen bepaalde zaken verder worden uitgediept. Zo kan een sterke familiebelasting met slechthorendheid een indicatie zijn voor een of andere vorm van progressieve hereditaire slechthorendheid, waar mogelijk op de werkplek aan lawaai-beschadiging werd gedacht. Naast het opsporen van een mogelijk causaal effect van slechthorendheid in de anamnese moet aan de hand van een aantal vragen geprobeerd worden de klachten van de betrokkene zo goed mogelijk te karakteriseren en door te vragen naar de precieze aard van de klacht, de ernst, het beloop in de tijd, eventuele bijkomende omstandigheden en hoe betrokkene de klacht zelf ervaart.

In het kader van een validiteitsbeoordeling staat weliswaar het gehoor centraal, maar de vraag waar betrokkene het meeste last van heeft kan soms meer gaan in de richting van oorsuizen en duizeligheid. Aan de hand van een rapport van een deskundige over de arbeidssituatie kan een beter inzicht worden verkregen in de problemen waarmee betrokkene te maken heeft op de werkplek en in zijn werkomstandigheden. Uiteraard zullen de gegevens over de mate en duur van lawaai-expositie op de werkplek onderdeel uitmaken van dit rapport, alsook gegevens over het al dan niet dragen van gehoorbeschermers.

Het KNO-onderzoek

De neiging kan bestaan bij een beoordeling van de validiteit van het gehoor het onderzoek te beperken tot het bepalen van de gehoordrempel, maar zorgvuldig en volledig KNO-onderzoek dient een integraal onderzoek te zijn van de validiteitsbeoordeling van het gehoor. Microscopische inspectie van het trommelvlies kan namelijk een bevestiging vormen voor het bestaan van een chronische otitis media en een bijpassend verlies van het gehoor. Het constateren van pre-auriculare fistulae kan onderdeel uitmaken van een hereditair syndroom en een verklaring zijn voor het gevonden gehoorverlies. Een eenzijdige doofheid kan bij uitzondering het gevolg zijn van een lawaai-expositie, maar als daar verder geen aanwijzingen voor zijn, dient een retrocochleaire oorzaak in de zin van een brughoek-tumor te worden uitgesloten. Alleen de KNO-arts is op grond van zijn opleiding aan de hand van een zorgvuldige anamnese bij zijn onderzoek in staat deze afwegingen te maken. In onderhavige gevallen kan het geïndiceerd zijn te besluiten tot verdere diagnostiek in de zin van elektrische audiometrie (BERA) of beeldvormende diagnostiek (CT-scan of MRI).

2.3. Het gehooronderzoek door de KNO-arts

Bij vermindering van het gehoor ondervindt betrokkene daarvan in eerste instantie hinder bij het verstaan van spraak. In de lange geschiedenis van de validiteitsschatting van het gehoor is de bepaling van de mate van verlies van de normale conversatiespraak een steeds terugkerend thema (Kruizinga 1953, Davis 1960, Suter, 1992). De mate waarin het verstaan van conversatiespraak is verminderd is op zich een goede graadmeter om de invaliditeit te beoordelen, maar tegelijkertijd wordt met het meten van het spraakverstaan een aantal complexe auditieve functies bepaald. De testmethode met behulp van spraakaudiometrie is moeilijk te standaardiseren en internationale vergelijking is niet mogelijk. Daar komt nog bij dat spraakaudiometrisch onderzoek niet objectiveerbaar is en gemakkelijk te beïnvloeden, waardoor deze methode minder geschikt zou zijn voor het beoordelen van de validiteit van het gehoor.

Al deze bovengenoemde bezwaren zijn niet of in mindere mate van toepassing op het toondrempelaudiogram. Het gehoorverlies in het toondrempelaudiogram is exact in maat en getal uit te drukken, wat onderlinge vergelijking mogelijk maakt. Wel dient te worden uitgemaakt welke toonhoogten worden meegewogen waarbij het voor de hand ligt die frequenties te meten, die de belangrijkste bijdrage leveren voor het verstaan van spraak (Studebaker et al., 1991). Indien slechts bij enkele toonhoogten wordt gemeten, bestaat het risico dat de specifieke schadelijke inwerking van bepaalde noxen (lawaai, aminoglycosiden) wordt gemist. Juist voor de auditieve discriminatie is het horen van de hoge frequenties essentieel. De betrekkelijke exactheid in de bepaling van het gehoorverlies met het toondrempelaudiogram geeft de mogelijkheid tot verschillende rekenmodellen om de mate van validiteit van het gehoor te benaderen. Tegelijkertijd zal het duidelijk zijn dat hier sprake kan zijn van een schijnexactheid, zoals wanneer in de beoordelingen van de mate van invaliditeit voor zogenaamde geleidings- en perceptieve vormen van gehoorsverlies een zelfde mate van invaliditeit wordt berekend.

Bovendien is het duidelijk dat met de bepaling van de auditieve functie door het toondrempelaudiogram slechts een zeer summiere indruk wordt verkregen van de werkelijke auditieve restcapaciteit en de eventuele mogelijkheden tot revalidatie. Mede daarom zal het spraakaudiogram steeds een vast onderdeel zijn van het audiometrisch onderzoek en zal in een aantal gevallen een uitgebreider onderzoek nodig zijn om de auditieve capaciteit in kaart te brengen.

De audiometrische procedure

Er bestaan een groot aantal verschillende methoden om de gehoordrempel in het toondrempelaudiogram te bepalen (KNO-rapport, 1980). Door de KNO-arts zal meestal gebruik worden gemaakt van de zogenaamde discontinue audiometrie over het frequentie-gebied 0.5 kHz tot 8 kHz. De bedrijfsarts bedient zich in het merendeel van de gevallen van de screeningsaudiometrie met behulp van continue audiometrie over hetzelfde frequentiegebied (Passchier-Vermeer, Dijkers, 1979). Voor het bepalen van de beengleiding en de verschillende maskeringstechnieken verwijzen we naar de genoemde vere-

ningingsverslagen en de standaard leerboeken. Een groot aantal factoren (Stephens, 1981, komt tot 38) kan van invloed zijn op het meetresultaat. Te denken valt aan het type audiometer, de gebruikte beengeleider, de achtergrondruis, de hoofdtelefoon, enz. In ons land bestaat geen consensus over de gebruikte methode en het kan wenselijk zijn de toegepaste methode in het verslag op te nemen, evenals merk, type en datum van ijking van de audiometer. Over de registratie van de audiometrische meetgegevens bestaat in Nederland in principe wel overeenstemming. Het verdient in het kader van een validiteitsbeoordeling de voorkeur steeds gebruik te maken van de registratie volgens de standaard van de Nederlandse Vereniging voor Audiologie en de KNO-vereniging.

In het kader van de Europese wetgeving is hiervoor een standaardnormenrapport verschenen. Bij het standaard audiometrisch onderzoek wordt de luchtgeleidingsdrempel bepaald in het frequentiegebied 0.5 - 8 kHz. In het kader van de validiteitsbeoordelingen is er een wijdlopende discussie welke frequenties het meest relevant zijn voor het bepalen van de mate van de auditieve handicap (Lutman et al., 1992). In sommige modellen wordt gebruik gemaakt van een weging van de verschillende frequenties in relatie tot de veronderstelde bijdrage tot het spraakverstaan (Fletcher, 1942). Naarmate het verlies van het gehoor groter wordt, ontstaat de neiging meer waarde toe te kennen aan de bijdrage van de lagere frequenties (Webster, 1964).

Om tot een verantwoorde keuze te komen welke frequenties bepaald dienen te worden, is in een viertal studies gekeken naar de relatie tussen het verlies in het toondrempelaudiogram en de mate van de auditieve handicap aan de hand van gestandaardiseerde vragenlijsten. Het ging bij deze evaluatie niet om een beoordeling in het kader van een invaliditeit (Atherlyle en Noble, 1971, Lutman et al., 1987, Caton en Kell, 1971, Lutman et al., 1992).

Uit deze analyse is gebleken dat bij een beoordeling van de auditieve functie de meting van de frequenties 1, 2, en 3 kHz niet minder informatie oplevert dan de volledige bepaling van het toondrempelaudiogram van 0.5 kHz - 6 kHz. Op zich is dit een opvallende bevinding, omdat in geval van een beschadiging van het gehoor door lawaai het verlies bij 4 kHz het grootst is. Zou deze worden meegewogen, dan is de bijdrage ervan in de berekeningen van de auditieve invaliditeit te sterk. De meting van de gehoordrempel bij 0.5 kHz is het minst nauwkeurig, gevolgd door de bepaling bij 6 kHz (Robinson, 1991). Ook de bepaling van de beengleiding is bij frequenties boven de 4 kHz onnauwkeurig (Coles, 1991).

Op grond van bovenstaande overwegingen adviseert een werkgroep van de Engelse KNO-vereniging en de Engelse vereniging voor audiologie in een gezamenlijk rapport over het onderwerp validiteitsbeoordelingen uit te gaan van drie frequenties: 1, 2, 3 kHz. De veel gebruikte Amerikaanse rekenregels zijn gebaseerd op het eerder genoemde Fletcher-gemiddelde dat aanvankelijk een weging van de verschillende frequenties voorstond uitgaande van 0.5, 1, 2, en 4 kHz (AAO, 1942, 1959), maar sinds 1979 wordt in het grootste deel

van Amerika als standaard het gehoorverlies bij 0,5, 1, 2, en 3 kHz aangehouden (AAOO, 1979, PTA-5123).

2.4. Algemene aspecten van de validiteitsbeoordeling

Presbycusis

Bij het bepalen of er bij een gevonden gehoorverlies inderdaad gesproken kan worden van een niet normale achteruitgang van het gehoor door veroudering, dienen een aantal aspecten te worden meegewogen. In hoofdstuk 1 van deze bundel is op de verschillende aspecten ingegaan die ertoe bijdragen dat het gehoor met de leeftijd geleidelijk achteruit gaat (zie hoofdstuk 1.4: presbycusis). Het is belangrijk zich te realiseren dat in het ene stelsel van validiteitsbeoordeling de bijdrage van het normale verouderingsproces in het auditieve systeem wel wordt mee gewogen, terwijl in het veel gebruikte Amerikaanse model geen correctie voor het gehoorverlies met de leeftijd plaatsvindt. De aanpassingen van het gehoorverlies naar de leeftijd in het Engelse model zijn mogelijk geworden dankzij een aantal longitudinale studies waar het gehoorverlies onder representatieve groepen van de bevolking is onderzocht (National Study of Hearing, 1987).

De uitkomsten van de verschillende studies zijn onderling vergeleken en tot een standaardschaal voor het verloop van het gehoorverlies als functie van de leeftijd verwerkt voor de Engelse bevolking (ISO-7029). Recente informatie over de prevalentie van het gehoorverlies in de Nederlandse bevolking is vrijwel afwezig. Uit enquêtes kan worden afgeleid dat er in 1995 onder de Nederlandse bevolking 400.000 personen met een matig tot zeer ernstige auditieve handicap zijn en 500.000 personen met een lichte vermindering van het gehoor. Indertijd hebben Spoor en Schmidt het verloop van presbycusis in de Nederlandse populatie in kaart gebracht. In een recente aanvraag van een hernieuwde analyse van het verloop van de gehoordrempel komt Passchier 1996 met een extrapolatie van de ISO-7029 normen.

Uit een tweetal vergelijkende studies (Passchier-Vermeer, 1984 en 1986) komt naar voren dat er geen verschil kan worden aangetoond tussen de 90% waarde uit ISO-7029 en de 90% waarde in de twee onderzochte Nederlandse populaties. Op grond hiervan lijkt het verantwoord uit te gaan van de ISO-7029 norm). Een opvallende bevinding bij het Engelse bevolkingsonderzoek was een constant verschil van 3 dB ten gunste van de vrouwen. In afwachting van een eigen breed opgezet nationaal onderzoek, zijn de Engelse gegevens (ISO-7029) bruikbaar in het kader van een validiteitsbeoordeling van de Nederlandse populatie. Om deze reden is een tabel van de leeftijdsafhankelijkheid van de drempel als *bijlage 2* opgenomen.

De invaliditeitsdrempel

Waar het bij de discussie over de causaliteit belangrijk is te corrigeren voor de leeftijdsafhankelijkheid van het gehoor, speelt dit bij de bepaling van de invaliditeit geen rol. Hier speelt de discussie vooral bij welke minimale mate van

'disability' van een handicap gesproken kan worden: de zogenaamde ondergrens. Evenzo is in discussie bij welke mate van 'disability' de handicap volledig is: de zogenaamde bovengrens. Voor de ondergrens waar bij een gehoor sprake is van een beginnende functionele beperking, zijn vele, meest arbitraire, drempels te noemen. In sommige validiteitschalen wordt de ondergrens gelegd bij 50 dB, terwijl bij andere berekeningen dan al sprake is van een invaliditeit van 20%. In het Amerikaanse stelsel, AAOO, 1979, wordt de ondergrens gelegd op 26 dB, wat een redelijk gemiddelde lijkt, maar wat in bepaalde werksituaties reeds een aanzienlijke handicap kan betekenen. Dezelfde discussie geldt min of meer voor het vaststellen van de bovengrens, namelijk wat is sociaal doof. Het is duidelijk dat de bovengrens niet synoniem is voor totale doofheid en in sommige berekeningen begint de maximale handicap van 100% bij 70 dB. In het algemeen kan gesteld worden dat het hanteren van een boven- en ondergrens als onvriendelijk naar de betrokkene moet worden opgevat en dat de bovengrens eerder tegemoet komt aan de auditieve problemen dan de ondergrens (Davis, 1971). Gezien de grote variabiliteit van onder- en bovengrens en de betrekkelijkheid ervan kan men er terecht voor pleiten beide grenzen te laten vervallen (Lutman, 1992).

De bijdrage van twee oren aan de geluidspereceptie

Wanneer er sprake is van een symmetrische en gelijkwaardige discriminatie van beide oren, is een beoordeling in het kader van de validiteit eenvoudiger dan bij een asymmetrisch gehoorverlies. Het nodige is bekend over wat de gevolgen van het functioneren met eenorigheid zijn, maar er is onvoldoende onderzoek om tot een werkelijk verantwoorde inschatting van de auditieve restcapaciteit te komen wanneer er sprake is van een asymmetrische gehoorstoornis (McKeith en Cols, 1971). Vanwege het ontbreken van adequate kennis en informatie hierover wordt door sommigen voorgestaan in alle gevallen uit te gaan van een gelijke bijdrage van beide oren aan de geluidswaarneming. In Engeland werd op min of meer empirische basis tot 1973 een verhouding van 4:1 ten gunste van het goede oor toegepast.

De achtergrond van deze weging is, dat het verschil in de bijdrage tot de geluidspereceptie tussen het goede en slechte oor, minder van belang is als het verlies aan het goede oor groter wordt. In de Amerikaanse regelgeving hierover werd op grond van een aantal klinische experimenten aanvankelijk de verhouding 7:1 aangehouden, later is deze aangepast op 5:1, die in de AAOO, 1979, PTA-5123 heden ook wordt gehanteerd. In het veel geciteerde Engelse rapport over validiteit is men afgestapt van een verhoudingsgewijze weging van de bijdrage van de oren afzonderlijk, maar wordt de individuele bijdrage van ieder oor afzonderlijk gemeten aan de hand van een tabel. Deze tabel is (in verkorte vorm) opgenomen als *bijlage 3* bij de bundel. Een probleem bij de vertaling van dit Engelse systeem naar de Nederlandse situatie is dat in het Engelse systeem de drempel bij 3 kHz wordt meegenomen, terwijl deze hier slechts bij uitzondering wordt gemeten. Men zal dus dikwijls een interpolatie moeten toepassen of een vertaling maken naar een dergelijke tabel voor drempelwaarden, gemeten bij 1, 2 en 4 kHz.

De tabel werkt als volgt: voor beide oren wordt het gemiddeld verlies bepaald bij 1, 2 en 3 kHz (PTA_{1,2,3}). Voor het opzoeken van een 'disability' percentage is de laagste PTA_{1,2,3} van belang en het verschil tussen beide PTA-waarden. Het 'disability' percentage vind men in de rij van de PTA-waarde van het beste oor en de kolom van het PTA-verschil. (Voorbeeld: iemand met een gemiddeld verlies van 15 dB voor het rechter oor en 30 dB voor het linker oor komt uit op een 'disability' percentage van 13%).

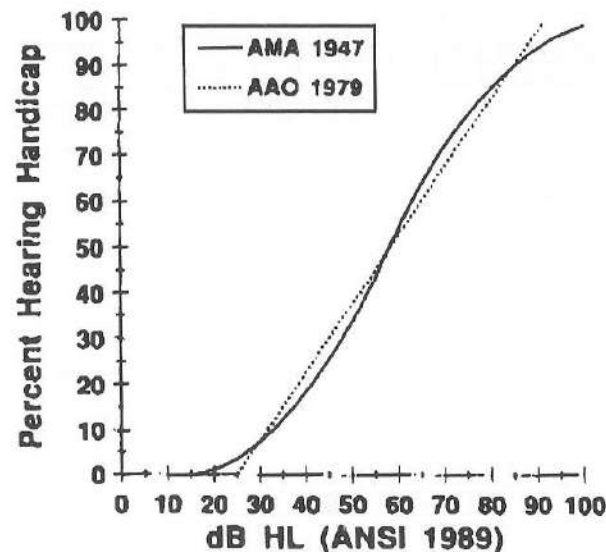
2.5. Validiteitsbepalingen

Het aantal mensen dat in Nederland in 1995 arbeidsongeschikt is verklaard was 860.000, waarvan 260.000 (30%) vanwege psychische problemen. Bekend is dat veel mensen die problemen hebben met hun gehoor psychische problemen van deze handicap ondervinden in de zin van depressiviteit, vereenzaming, nervositeit, stress, faalangst etc. en van de ongeveer een kwart miljoen mensen die vanwege psychische problematiek afgekeurd is, zal zeker een belangrijk percentage problemen met het gehoor hebben. De gevolgen van slechthorendheid op de uitoefening van een beroep zijn nauwelijks onderzocht (Stephens, 1980, Barcham en Stephens, 1980). Een instrument om deze belangrijke effecten met bijvoorbeeld het FIS (Functioneel Informatie Systeem) in kaart te brengen ontbreekt.

Wanneer de KNO-arts verzocht wordt aan de hand van zijn onderzoek en de resultaten van het audiometrisch onderzoek een uitspraak te doen over de mate van validiteit van het gehoor, dan moet hij zich bedienen van rekenregels die direct aansluiting hebben bij de meetgegevens van zijn onderzoek: het verlies in het toondrempelaudiogram en mogelijk het discriminatieverlies en het spraakverstaan. Op grond van wat wij weten over de functie van het auditieve systeem is analyse door toon- en spraakaudiometrie slechts een beperkte inschatting van de validiteit van het gehoor. De wettelijke bepalingen van de verstrekking van kunst- en hulpmiddelen geven bij een verlies van 35 dB of meer in het toondrempelaudiogram over de frequenties 1, 2, en 4 kHz recht op financiële ondersteuning bij de aanschaf van een hoortoestel. De Amerikaanse regelgeving erkent bij totale doofheid van beide oren een invaliditeitspercentage van 35% (vergelijk totale blindheid 85%). De berekende auditieve restcapaciteit is in principe steeds een percentage van de genoemde 35% invaliditeit. Hoewel in het Nederlandse stelsel het accent sterk ligt op het inschatten van de mogelijkheden tot revalidatie van de auditieve restcapaciteit, is het voor de dagelijkse praktijk zinvol een tweetal rekenmodellen te bespreken, die tot op zekere hoogte een verantwoorde benadering zijn op de vraag wat de mate van validiteit van het gehoor is.

Het AAO-1979 model

Het meest gebruikt is het AAO-1979 model, gebaseerd op het verlies in het toondrempelaudiogram bij de frequenties 0,5, 1, 2, en 3 kHz. Compensatie van het verlies op basis van presbycusis vindt niet plaats. In plaats daarvan is de ondergrens van 26 dB gehanteerd en is er sprake van totale doofheid bij een



figuur 2-2

gemiddeld verlies van 92 dB of meer. Tussen 25 en 92 dB neemt de mate van invaliditeit lineair toe met 1.5% per dB. De weging tussen beide oren is 5:1 ten gunste van het beste oor en zoals besproken worden in deze benadering binnenoor- en geleidingsdoofheid als gelijkwaardig beschouwd (Dobie 1983, Dobie personal communication, 1997). *Figuur 2-2* geeft als illustratie het verband tussen het gemiddelde gehoorverlies en de mate van auditieve beperking.

Bij de berekening van de auditieve handicap kan voor bijkomende omstandigheden als duizeligheid, looporen en oorsuizen nog 5% worden opgeteld.

Voorbeeld validiteitsberekening AMA-1979, PTA_{0.5,1,2,3}

Figuur 2-3 laat het toondrempelaudiogram zien bij een perceptief verlies, de leeftijd van patiënt is niet vermeld, maar ook niet relevant. De validiteit van het rechter oor wordt berekend door het gehoorverlies in het toondrempelaudiogram over de 4 frequenties 0,5, 1, 2, en 3 kHz op te tellen en door 4 te delen. Voor het rechter oor komt dat op:

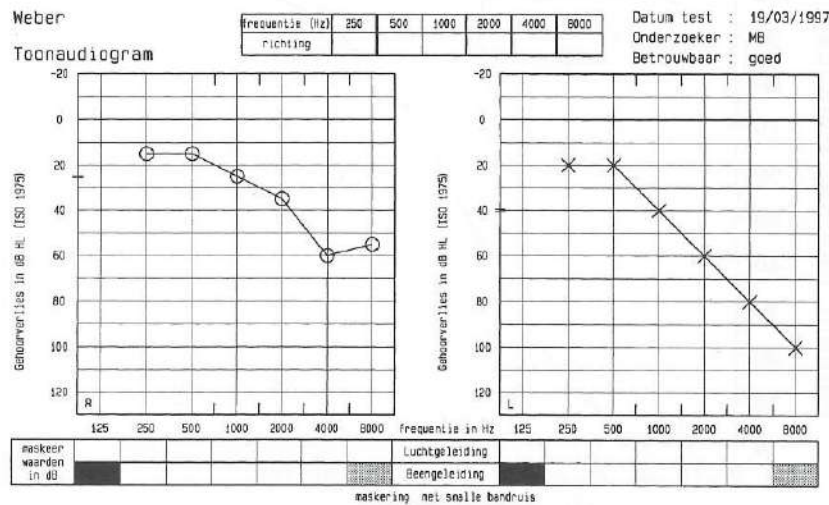
$$PTA_{(0.5,1,2,3)} = (15 + 25 + 35 + 60) / 4 = 135 / 4 = 34 \text{ dB HL.}$$

De invaliditeit is 1.5% per dB met een ondergrens van 25 dB, hetgeen neerkomt op $(34 - 25) * 1.5\% = 13.5\%$.

Voor het linker oor verloopt de berekening als volgt. Het gemiddelde gehoorverlies is:

$$PTA_{(0.5,1,2,3)} = (20 + 40 + 60 + 80) / 4 = 200 / 4 = 50 \text{ dB HL.}$$

De auditieve handicap $(50 - 25) * 1.5\% = 37.5\%$.



figuur 2-3

Voor beide oren wordt in de berekening de verhouding van 5:1 ten gunste van het goede oor aangehouden wat neerkomt op $(5 * (7.5) + 37.5) / 6 = 12.5\%$. Dit betekent, gerelateerd aan de Amerikaanse norm, een invaliditeit van $12.5 * 35\% = 9\%$.

Het Engelse model

In het voorgaande is reeds beschreven hoe op basis van de tabel van *bijlage 3* de 'disability' kan worden berekend. In het boek "Assessment of Hearing Disability" van King et al. wordt dit systeem nader uitgewerkt, waarbij tevens de totale disability, die past bij het totale toonaudiometrisch verlies wordt verdeeld in verschillende componenten:

- Op basis van de leeftijd kan m.b.v. de tabel in *bijlage 2* worden berekend welk "disability percentage" kan worden toegeschreven aan ouderdomslethorendheid ("age-associated hearing loss" of AAHL).
- Op basis van de 'air-bone' gaps kan worden berekend welk percentage kan worden toegeschreven aan een geleidingsverlies ("conductive hearing loss" of CHL).
- Op basis van de anamnese en vroegere gehoortesten kan worden vastgesteld welk percentage kan worden toegeschreven aan een perceptief verlies dat niet het gevolg is van lawaai ("non-noise-induced hearing loss" of NNIHL).

Indien er sprake is van lawaaielasting moet de niet verklaarde disability worden toegeschreven aan "noise-induced hearing loss" of NIHL. De rekenschema's van de *bijlagen 2 en 3* transformeren deze complexe benadering tot een eenvoudige aftreksom van disability percentages.

Voor de geïnteresseerde lezer stelt de Engelse KNO-vereniging tegen porto-

kosten en een vrijwillige bijdrage aan het Hearing Research Institute van de Universiteit van Southampton (hoofd: prof.dr. M.E. Lutman) het computerprogramma 'Disability Calculator' ter beschikking. Dit programma berust op de principes van het Engelse validiteitsmodel. Een eventuele aanvraag kan worden gericht aan: Prof.dr. M. Lutman, Human Sciences Institute of Sound and Vibration Research, University of Southampton, Southampton SO17 1BJ, United Kingdom.

Validiteitsschalen in andere landen

Op het tweede Europese Audiologie Congres in maart 1995 is voor het eerst uitgebreid aandacht gegeven aan het probleem van de validiteitsbepalingen in de verschillende Europese landen. Ondanks duidelijke richtlijnen van o.a. de WHO bestaan er grote verschillen tussen de landen onderling en de Verenigde Staten (Proceedings European Conference, 1995). Niet alleen bestaan er grote verschillen wat betreft de methodiek van het vaststellen van de auditieve handicap, zo mogelijk zijn de verschillen nog groter in de compensatieregelingen die er bestaan.

In Duitsland werd reeds in 1883 een wettelijke regeling door Bismarck ingevoerd en werd in 1929 gehoorbeschadiging door de werkomstandigheden als beroepsziekte aanvaard, waarbij weliswaar tot 1968 de restrictie bestond dat de beschadiging alleen werd erkend t.g.v. lawaai in de metaalindustrie. In 1974 vond in Duitsland een meer preventie-gerichte aanpassing van de wetgeving plaats, in de zin dat iedere werknemer die een risico loopt op lawaai-expositie, bij het aanvaarden van het werk verplicht is een gehooronderzoek te ondergaan dat iedere 2 jaar wordt herhaald. In Duitsland vindt er een registratie van lawaaibeschadiging als beroepsziekte plaats en veel Nederlandse gegevens berusten op een extrapolatie van de Duitse cijfers. In Duitsland vormt het spraakaudiogram de spil van de validiteitsschatting van het gehoor, waarbij de schade in percentages van het verlies in het spraakaudiogram wordt berekend. In 1993 werden 27.000 gevallen van gehoorbeschadiging t.g.v. de omstandigheden op het werk erkend, waarbij een totaal bedrag van DM 140.000.000 werd uitgekeerd.

In november 1993 heeft Frankrijk een nieuwe wetgeving ingevoerd, gebaseerd op de WHO-aanbevelingen waarin alle aspecten van schade door geluid zijn opgenomen, variërend van industrieel lawaai tot de gevolgen van geluid in de vrije tijd (walkman). Het gehoorverlies wordt bepaald bij 4 frequenties met een ondergrens van 20 dB en een onderverdeling in 6 classificaties.

In Denemarken is in 1977 een wet van kracht geworden die de gevolgen van alle arbeidsomstandigheden, dus ook lawaai, regelt. Er bestaat een verplichte meldingsplicht bij de Nationale Assemblée van de Industrie die tevens de meldingen registreert. In 1991 waren er ongeveer 3000 meldingen binnen het kader van deze wet, waarvan 35% van de gevallen betrekking had op beschadiging door lawaai. De analyse van een vermeende beschadiging vindt plaats aan de hand van een vragenlijst en een gestandaardiseerde audiometrische

testbatterij, waarvan het spraakaudiogram en de spraak-in-ruis-test een onderdeel is. Voor het bepalen van de auditieve handicap wordt gebruik gemaakt van een schaalindeling lopende van 0 tot 5 (0= geen afwijking, 5= maximale doofheid). Hieruit wordt in relatie tot de audiometrische gegevens de mate van auditieve invaliditeit berekend.

Op de eerder genoemde conferentie werd een breed scala gepresenteerd, waarbij er nauwelijks enige uniformiteit bleek te zijn in de benadering t.a.v. de diagnostiek en de compensatie van letsel van het gehoororgaan.

In de volgende hoofdstukken van deze bundel wordt uiteengezet over welke mogelijkheden van evaluatie en revalidatie wij in Nederland beschikken. Een aanzet wordt gegeven om in een gezamenlijke inspanning van KNO-artsen, bedrijfsartsen en audiologen te komen tot een instrument voor de inschatting van de gevolgen en de problemen van verworven slechthorendheid, waarbij uiteindelijk het model en de aanpak van de problematiek die hier worden ontwikkeld, zullen uitmonden in een unieke standaard en een beoordelingsinstrument van de verworven slechthorendheid.

Hoofdstuk 3

Effecten van lawaai op de gezondheid

P.P. Boermans
W.A. Dreschler

*KNO - Klinische & Experimentele Audiologie
Academisch Medisch Centrum
Amsterdam*

3.1. Lawaai op de arbeidsplek.....	39
3.2. Noise Induced Hearing Loss	40
3.3. Andere effecten van lawaai op de gezondheid.....	42
3.4. Normen van de Arbeidsinspectie	42
3.5. Lawaaibestrijding.....	43
3.6. Gehoorbeschermingsmiddelen.....	45
3.7. Slechthorende werknemers	47

3.1. Lawaai op de arbeidsplek

Bij aandoeningen van het gehoor in relatie tot het werk denkt men in het algemeen eerst aan de schadelijke werking van lawaai. Belangrijke aspecten, zoals te nemen preventieve maatregelen en een effectief periodiek arbeidsgezondheidskundig onderzoek (PAGO) worden beschreven in hoofdstuk 4.

Lawaai is in het werkmilieu de meest voorkomende vorm van "verontreiniging". Er werken meer mensen in een omgeving waarin de norm voor schadelijke lawaai-belasting wordt overschreden dan in een omgeving waarin normen worden overschreden betreffende een andere fysische, chemische of biologische belasting. Van de ongeveer 1.000.000 werknemers in de Nederlandse industrie werkt ongeveer de helft in lawaai-expositieniveaus boven de, door de Arbeidsinspectie vastgelegde grens, voor schadelijk geluid van 80 dB(A). Ruim 900.000 mensen dreigen slechthorend te worden door hun beroep. Ongeveer 10% van de werknemers werkt in niveaus boven de 90 dB(A) en 1% in niveaus boven de 100 dB(A) (Passchier-Vermeer, 1990). Op grond van ISO 1999 is de grens van 80 dB(A) zelfs nog aan de hoge kant; gehoorschade kan al worden verwacht bij een beroepsmatige blootstelling gedurende vele jaren en 8 uur per dag aan niveaus hoger dan 75 dB(A).

Ook buiten de industrie kan de lawaai-expositie op de werkplek hoog zijn. Omdat op werkplekken buiten de industrie de geluidsniveaus echter (nog) niet regelmatig gemeten worden, zijn hier minder gegevens over beschikbaar. Een andere risicovolle bedrijfstak is bijvoorbeeld de bouwsector. Ook zweminstructeurs, vrachtwagenchauffeurs, motorrijders en beroepsmusici zijn vaak aan hoge lawaainiveaus blootgesteld (Passchier-Vermeer, 1993).

3.2. Noise Induced Hearing Loss

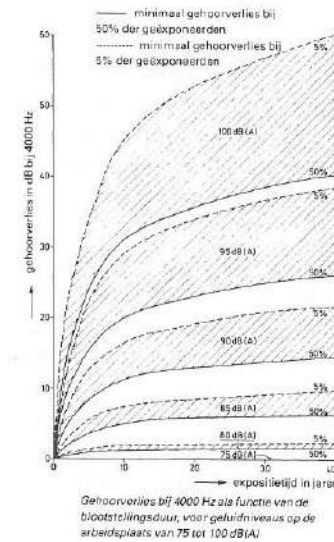
Noise Induced Hearing Loss (NIHL) is de internationale term waarmee gehoorverlies ten gevolge van lawaai wordt aangeduid. Het is van belang aan dit onderwerp enige aandacht te schenken. Ten eerste natuurlijk omdat lawaai als oorzaak van het gehoorverlies van iemand die in een lawaaiige omgeving werkt, niet mag worden uitgesloten. Wordt de diagnose NIHL inderdaad gesteld, dan is het eerst van belang om maatregelen te treffen die verergering van het verlies voorkomen. Pas daarna kan er gedacht worden aan maatregelen die de validiteit van de werknemer verhogen.

De tweede reden is dat de normen voor geluid op de werkplek die door de Arbeidsinspectie zijn gesteld om NIHL te beperken, ons in principe een idee geven van de akoestische omstandigheden waaronder werknemers hun werk moeten doen. De normen leggen ook vast wanneer een werknemer gehoorbescherming moet gaan dragen. Het dragen van gehoorbescherming kan weer invloed hebben op de auditieve communicatie en zal een factor zijn bij de validiteitsschattingen die eventueel worden gedaan.

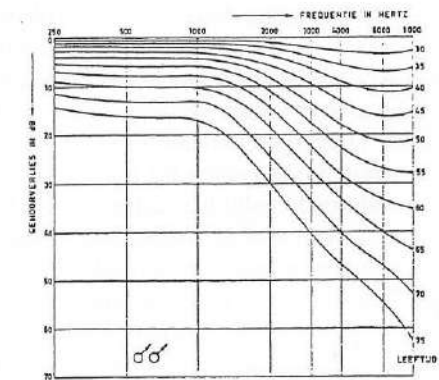
Lawaai kan zowel acute als chronische gehoorschade veroorzaken. Acute schade kan ontstaan door tijdelijke blootstelling aan hoge geluidsniveaus, bijvoorbeeld tijdens een popconcert, en kenmerkt zich door een voorbijgaand perceptief verlies, vaak vergezeld van oorsuizen. Daarnaast kan zeer hard impulsgeluid, bijvoorbeeld vuurwerk, ook mechanische schade aan het gehoororgaan veroorzaken, zoals een gescheurd trommelvlies of een dislocatie van de gehoorbeentjes.

Chronische gehoorschade kan al ontstaan als men gedurende een aantal jaren een substantieel deel van de dag aan geluidsniveaus boven de 75 dB(A) wordt blootgesteld. Er is een duidelijke dosis-effect-relatie. Met andere woorden: hoe langer de blootstellingsduur of hoe hoger de geluidsniveaus, des te groter de schade. Chronische NIHL is niet reversibel, maar neemt niet verder toe als de blootstelling aan lawaai wordt gestopt. Op grond van empirische gegevens is een aantal - enigszins verschillende - dosis-effect-relaties afgeleid die het verband beschrijven tussen blootstellingsduur en lawaainiveau enerzijds en NIHL anderzijds. Eén van die relaties is door de International Organization of Standardization in een standaard vastgelegd (ISO 1999, 1990). In essentie hangt de opgelopen schade bij alle dosis-effect-relaties af van de totale hoeveelheid geluidenergie waaraan men in het verleden is blootgesteld geweest. In de door de ISO beschreven procedure dient het gehoorverlies ten gevolge van lawaai nog (partieel) te worden opgeteld bij het verlies dat op grond van leeftijd en geslacht kan worden verwacht. Ook deze ouderdomsverliezen zijn in een ISO-standaard vastgelegd (ISO 7029, 1984).

Een beginnende NIHL kenmerkt zich door een perceptief verlies rond de 4 kHz, terwijl er bij lagere en vaak ook hogere (octaaf)frequenties minder of geen verlies is. Daarom is het aan te raden bij het vermoeden van een NIHL ook bij 3 en 6 kHz te meten. Het verlies zal, behoudens uitzonderingen waarbij



figuur 3-1. Dosis-effect-relatie bij 4000 Hz uit P 166-2 (ISO-1999, 1990).



figuur 3-2. Leeftijdsafhankelijkheid van de drempel cf. ISO-7029, 1984.

het lawaai vooral van één kant komt (geweerschutters, violisten, maar ook vrachtwagenchauffeurs), over het algemeen symmetrisch zijn. Uiteraard dienen voor het stellen van een definitieve diagnose voor NIHL andere oorzaken zoals middenoorafwijkingen of erfelijke slechthorendheid uitgesloten te worden (zie hoofdstuk 1). Tenslotte dient uit de anamnese natuurlijk te blijken dat de slechthorende in het verleden een zodanige dosis opgelopen heeft dat blootstelling aan lawaai als oorzaak kan worden aangemerkt (zie ook hoofdstuk 4).

Een beginnende NIHL heeft vaak nauwelijks invloed op het spraakverstaan in stilte en komt meestal niet tot uiting in globale indexen, die ontwikkeld zijn om kwaliteit van het gehoor "samen te vatten". Toch mag het nadelige effect op het spraakverstaan in ruis niet onderschat worden (Smoorenburg, 1989). Een lawaaidip van slechts 30 dB kan al resulteren in een duidelijk verhoogde drempel voor spraakverstaan in ruis. Het is dus belangrijk om bij een vermoeden van NIHL zich er van te vergewissen dat de betreffende werknemer consequent gebruik maakt van adequate gehoorbescherming indien hij/zij nog steeds werkzaam is in een omgeving met hoge lawaainiveaus. "Consequent" is hierbij een kernbegrip, aangezien de effectieve demping van gehoorbeschermers scherp daalt als de beschermers een beperkt deel van de tijd niet worden gedragen.

De effecten van lawaai op het gehoor worden uitgebreid beschreven in de boeken van Sataloff (1993) en Kryter (1994). De rapporten van Passchier-Vermeer (1993, 1994) geven een breed overzicht van de literatuur op dit gebied, waarbij er ook veel aandacht wordt geschonken aan de effecten van lawaai op andere aspecten van de gezondheid.

3.3. Andere effecten van lawaai op de gezondheid

Behalve directe invloed op het gehoor heeft lawaai ook invloed op andere aspecten van de gezondheid. In verschillende studies wordt met name de invloed op het cardiovasculaire en het hormonale systeem beschreven. Uit een studie van Passchier-Vermeer (1993) bleek dat werknemers die gedurende een aantal jaren in lawaai werkten een significant hogere bloeddruk hadden en ook vaker afwijkingen van het hartritme en de bloedsamenstelling, dan collega's die niet in lawaai werkten, maar voor de rest vergelijkbare kwalificaties hadden. Dergelijke veranderingen van het cardiovasculair en hormonaal systeem worden ook gezien bij proefpersonen die in laboratoriumexperimenten aan kortdurende geluidsbelastingen worden blootgesteld. Deze acute effecten komen overeen met stressreacties die door andere fysieke en mentale belastingen kunnen worden veroorzaakt. Hieruit mag de conclusie worden getrokken dat lawaai als stressor kan fungeren. Deze conclusie wordt verder ondersteund door de neuroanatomie van het auditief systeem. Naast de afferente zenuwvezels die van de cochlea via verschillende kernen in de hersenstam en de thalamus naar de auditieve cortex gaan, zijn er ook verbindingen naar het zogenaamde "reticulaire arousal systeem". Dit systeem staat op zijn beurt weer in verbinding met de hypothalamus die door middel van het autonome zenuwstelsel en het hormoonstelsel allerlei onwillekeurige activiteiten van het lichaam regelt. Op deze wijze komen acute fysiologische stressreacties tot stand.

Lawaai heeft ook onmiskenbaar invloed op het psychosociaal welbevinden van werknemers. Uit het proefschrift van van Dijk (1984) blijkt dat lawaai op de werkplek door 52% van de werknemers in de industrie als hinderlijk wordt ervaren. Binnen de industrie wordt lawaai daarmee vaker genoemd dan enige andere vorm van arbeidsbelasting zoals vuil of lichamelijk zwaar werk. Van Dijk vond een beperkte relatie tussen lawaai-niveau en ondervonden geluidshinder. Ook andere factoren bleken een belangrijke rol te spelen. Zo bleken over het algemeen werknemers die mentaal belastende taken uitvoerden, gevoeliger voor lawaai dan collega's die bij hun werk minder hoefden na te denken. Factoren als het werken onder tijdsdruk en sfeer op het werk bleken eveneens samen te hangen met de ondervonden lawaaihinder. Meer in het algemeen vond Van Dijk dat werknemers met een hoge "stressverschijnensindex" meer last hadden van lawaai. Het blijkt dus dat ook in psychosociale zin geluid als stressor kan fungeren. Van Dijk wijst er overigens op dat oorzaak en gevolg in dit geval moeilijk uit elkaar te houden zijn. Of de stress wordt veroorzaakt door de lawaaihinder, of dat de stress juist ten grondslag ligt aan de grotere gevoeligheid voor lawaai, kan uit dit soort onderzoek niet worden opgemaakt.

3.4. Normen van de Arbeidsinspectie

Sinds 1987 zijn in Nederland wettelijke maatregelen van kracht om schadelijk geluid op de arbeidsplaats zoveel mogelijk te beperken. Deze maatregelen, vastgelegd in de Arbeidsomstandighedenwet, worden in de publicatiebladen

P 166-1 en P 166-2 van de Arbeidsinspectie beschreven en nader toegelicht (zie ook hoofdstuk 4).

De hoofdpunten van deze regelingen zijn:

1. Een equivalent geluidsniveau op de arbeidsplaats van 85 dB(A) mag niet overschreden worden, tenzij dit in redelijkheid niet kan worden gevergd.
2. Geluidniveaus vanaf 80 dB(A) kunnen schadelijk zijn voor de gezondheid. De werkgever is verplicht boven deze grens gehoorbeschermingsmiddelen in voldoende mate ter beschikking te stellen.
3. Boven de 90 dB(A) zijn werknemers verplicht de gehoorbeschermingsmiddelen te dragen.

In de wet is er bewust voor gekozen om niet over geluidsdoses te spreken, maar over equivalente A-gewogen geluidniveaus, gemiddeld over een periode die karakteristiek is voor de betreffende werkzaamheid. Dit lijkt in tegenpraak met het gegeven dat NIHL in essentie gerelateerd is aan de opgelopen dosis geluid en niet aan het niveau waaraan men gedurende een bepaalde - mogelijk beperkte - tijd blootstaat. De wetgever heeft hier echter toe besloten, omdat het in de praktijk zeer moeilijk is om voor een bepaalde werknemer de totale dagdosis vast te stellen. Weliswaar bestaan er draagbare dosimeters, maar van deze metingen is moeilijk te bepalen hoe representatief zij zijn. Alleen bij het hanteren van de in punt 1 genoemde redelijkheidsclausule mag de werkgever in de praktijk toch gebruik maken van dagdosiseberekeningen of metingen. Blijkt de dagdosis onder de 85 dB(A) te liggen omdat de werknemers slechts kort op die plaatsen hoeven te werken waar de geluidniveaus hoger zijn dan 85 dB(A), dan kan hij met succes een beroep doen op deze clausule.

Tenslotte is er nog een Europese richtlijn die voorschrijft dat het momentane ongewogen piekniveau van het geluid de waarde van 200 Pa (140 dB(A)) niet mag overschrijden. Deze waarde wordt echter (nog) niet genoemd in de publicatiebladen van de Arbeidsinspectie, wel in het Arbobesluit. Boven de 200 Pa zijn werkgevers verplicht maatregelen te treffen (tenzij dit in redelijkheid niet kan worden gevraagd) en zijn werknemers verplicht gehoorbeschermingsmiddelen te dragen. Deze richtlijn is inmiddels overgenomen in het ontwerp voor het nieuwe Arbeidsomstandighedenbesluit, dat in de loop van 1997 van kracht wordt.

3.5. Lawaaibestrijding

Indien op een bepaalde werkplaats een equivalent niveau van 85 dB(A) wordt overschreden dan is de werkgever verplicht maatregelen te nemen. De aanpak dient primair aan de bron plaats te vinden. In bestaande situaties is het vaak niet mogelijk om machines en dergelijke zodanig te wijzigen dat ze minder lawaai voortbrengen. Soms is het echter mogelijk een geheel andere werkwijze te kiezen. Men kan bijvoorbeeld bij het uitdeuken van containers gebruik maken van grote mokers, maar men kan ook kiezen voor het gebruik van hydraulische apparatuur. Over het algemeen zal een continue krachtverbren-

ging minder lawaai veroorzaken dan een pulserende krachtoverbrenging. Maatregelen die relatief eenvoudig te nemen zijn betreffen bijvoorbeeld het verminderen van lawaai bij persluchtssystemen door gebruik te maken van geluidarme uitblaasmondstukken. Of het verminderen van de geluidsproductie bij interne transportsystemen door te vermijden dat producten met elkaar in botsing komen en door het bekleden van transportgoten met slijtvast rubber. In de industrie lijkt nog winst te behalen door machines toe te passen die vanuit de principes van geluidarm construeren zijn gemaakt.

Wanneer maatregelen aan de bron niet mogelijk zijn of niet voldoende resultaat opleveren, moet worden nagegaan of de geluidsoverdracht van bron naar werknemer kan worden verminderd. Daarbij kan men denken aan het omkassen van machines, eventueel in combinatie met contactgeluidisolatie, het plaatsen van geluidsabsorberende schermen, het onderbrengen van werknemers in geluids-isolerende cabines en het aanbrengen van geluidsabsorberend materiaal in de werkruimte ter vermindering van het niveau van het indirecte geluidsveld.

Indien het met bovengenoemde technische maatregelen niet mogelijk is het geluidsniveau voldoende te verlagen, moet men proberen het aantal aan lawaai blootgestelde werknemers te beperken. Dit kan met name bereikt worden wanneer in een ruimte zowel lawaaiige werkzaamheden worden uitgevoerd als werkzaamheden waarbij geen lawaai wordt geproduceerd. In zulke gevallen kan de bedrijfsruimte bijvoorbeeld in meerdere compartimenten worden opgedeeld of kunnen de lawaai veroorzakende werkzaamheden worden verplaatst naar geluidsisolerende cabines of andere ruimten. Tenslotte kan men ook denken aan maatregelen waarmee de blootstellingsduur kan worden verminderd. Het effect van zulke maatregelen is echter beperkt: halvering van de blootstellingsduur vermindert de dagdosis met 3 dB(A).

Een werkgever is in principe verplicht dergelijke lawaai-reducerende maatregelen te treffen. De eerder genoemde redelijkheidsclausule biedt echter de ruimte om maatregelen niet of slechts gedeeltelijk te nemen. De Arbeidsinspectie moet in zo'n geval beoordelen in hoeverre het beroep op de clausule inderdaad redelijk is. Daarbij wordt er uiteraard gekeken naar de ernst van de situatie; voor hoeveel werknemers de norm wordt overschreden en met hoeveel dB(A). Vervolgens is het belangrijk in hoeverre de maatregelen technisch, operationeel en economisch haalbaar zijn. Ten aanzien van de technische haalbaarheid wordt er vooral gekeken naar de stand van de lawaai-bestrijdingstechniek, met name in de betreffende bedrijfstak. De operationele haalbaarheid hangt vooral af van het feit of de lawaai-reducerende maatregelen nadelige gevolgen hebben op andere arbeidsomstandigheden, op de veiligheid of op de kwaliteit van het productieproces. Bij de economische haalbaarheid tenslotte wordt er gekeken in hoeverre investeringen in dergelijke maatregelen de concurrentieverhoudingen sterk schaden en in hoeverre apparatuur die eventueel vervangen moet worden al aan het einde van de economische levensduur is. Een slechte financiële situatie van een bedrijf kan op zichzelf nooit een grond zijn om zich op de redelijkheidsclausule te beroepen.

3.6. Gehoorbeschermingsmiddelen

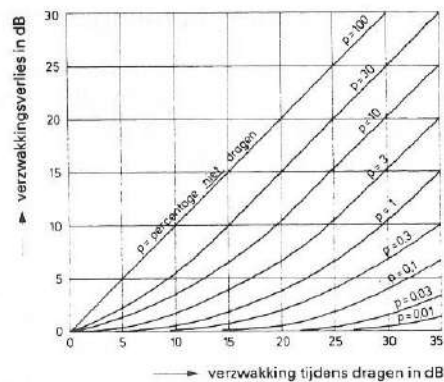
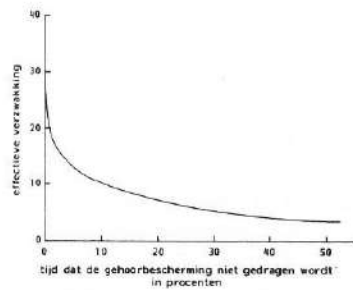
Indien op een bepaalde werkplek, ondanks de getroffen akoestische maatregelen, geluidsniveaus boven de 80 dB(A) blijven bestaan, is de werkgever verplicht gehoorbeschermingsmiddelen ter beschikking te stellen. Liggen de niveaus boven de 90 dB(A) dan moeten werknemers deze middelen verplicht dragen.

De keuze van de gehoorbeschermers moet aan een aantal voorwaarden voldoen:

- De effectieve demping moet zijn aangepast aan de equivalente geluidsniveaus waaraan de werknemers tijdens hun werkzaamheden zijn blootgesteld. De demping moet zodanig zijn dat de geluidsniveaus in de gehoorgang worden teruggebracht tot beneden de 90 dB(A) en bij voorkeur tot beneden de 80 dB(A). Men dient er voor te waken dat de demping te groot is. Het meest geschikt zijn gehoorbeschermers die het equivalente niveau in de gehoorgang terug brengen naar 70 á 80 dB(A).
- De gehoorbeschermers dienen te zijn aangepast aan de werkomstandigheden. Bijvoorbeeld liever oordopjes dan oorkappen in warme klimaatomstandigheden. Daarnaast dienen de beschermers te kunnen worden gebruikt in combinatie met andere (verplichte) beschermingsmiddelen zoals een valhelm of een laskap.
- De beschermers moeten passen bij de individuele werknemer. Zo zal bij bril dragers de gehoorbeschermer ook goed moeten aansluiten als de bril wordt gedragen. Indien de arbeidsomstandigheden dat toelaten, is het aan te bevelen dat werknemers zelf een keus kunnen maken uit verschillende typen gehoorbeschermers. Het draagcomfort blijkt in belangrijke mate bij te dragen aan het effectieve gebruik van gehoorbeschermers.

De werkgever is in het kader van de Arbwet verplicht allen die aan schadelijk geluid zijn blootgesteld voorlichting en onderricht te geven. Daarbij dient hij de betrokkenen onder andere op de hoogte te stellen van de schadelijke effecten van lawaai voor het gehoor, waar binnen het bedrijf schadelijke geluidsniveaus heersen en waar een draagplicht geldt, waar gehoorbeschermers verkrijgbaar zijn en hoe ze gedragen moeten worden. Met name zal er aandacht moeten worden besteed aan het zeer consequent dragen van gehoorbeschermers. Het slechts gedurende korte tijd niet dragen van gehoorbeschermers heeft grote gevolgen voor de opgelopen dagdosis (zie figuur. 3-3); indien men bijvoorbeeld gehoorbeschermers met een gemiddelde demping van 35 dB(A) gedurende 1% van de werktijd niet draagt dan daalt de effectieve demping al tot 20 dB(A).

Volgens het publicatieblad van de Arbeidsinspectie (P 166-2) zal het spraakverstaan voor normaalhorenden door het gebruik van gehoorbeschermingsmiddelen niet negatief beïnvloed worden, aangezien lawaai en spraak evenveel verzwakt worden. Wel dient er rekening mee gehouden te worden dat men zachter gaat praten omdat het lawaai door het dragen van gehoorbeschermers minder luid gehoord wordt. Daarnaast hebben vooral oorkappen een niet-vlakke dempingskarakteristiek (ze dempen de hoge frequenties sterker)



figuur 3-3. Het effect van het partieel dragen van geluiddempers, op twee manieren uitgezet.

waardoor spraak en (waarschuwings)signalen anders gaan klinken. Dit zal bij het begin van het dragen van oorkappen tot gevolg hebben dat men opnieuw moet wennen aan bepaalde signalen.

Killion (1993) brengt hier echter tegen in dat veel gehoorbeschermers voor het merendeel van de werknemers te veel demping bieden. Hij noemt dit het "parvum bonum, plus melius (veel is goed, meer is beter) bedrog". Hieraan ligt de manier waarop de demping van gehoorbeschermers wordt geclassificeerd ten grondslag. In Amerika gebruikt men daarvoor de NRR (Noise Reduction Rating) die gelijk is aan de gemiddelde demping minus tweemaal de standaard afwijking minus 3 dB reserve. De ratio achter deze classificatie is duidelijk, men wil aan de "veilige kant" blijven. De NRR wordt gebruikt bij de minimumeisen die aan gehoorbeschermers worden gesteld (12 dB(A) demping bij 500 Hz), met als gevolg dat zelfs de lichtste gehoorbeschermers meer dempen dan de meeste werknemers nodig hebben. Het overgrote deel van de werknemers die in schadelijke geluidniveaus werken, zijn namelijk blootgesteld aan niveaus tussen de 80 en 90 dB(A) (waarbij het dragen van gehoorbeschermers overigens nog niet verplicht is). Zij zullen dus aan 10 dB(A) demping genoeg hebben. Een bijkomend probleem vormt het feit dat veel gehoorbeschermers bij hoge frequenties meer demping geven dan bij lage. Dat is echter precies het frequentiegebied waar de gehoordrempel in geval van lawaaibeschatiging is verhoogd. Het is daarom niet ondenkbaar dat signalen in dit frequentiegebied door de combinatie van gehoorbeschermers en lawaaibeschatiging onderdrempelig worden. Dit kan met name voor het spraakverstaan in ruis nadelige gevolgen hebben.

De suggestie van Killion dat het dragen van gehoorbescherming nadelig kan zijn voor het spraakverstaan, wordt niet ondersteund door onderzoek van Pekkarinen (1990). Zij vond bij een niveau van 85 dB(A) en een signaal-ruisverhouding van 0 dB juist een verbetering in het spraakverstaan wanneer gehoorbeschermers werden gebruikt. De demping van deze beschermers lag

rond de 30 dB(A) en de gebruikte proefpersonen waren normaalhorend. Er is dus blijkbaar geen consensus over de effecten van het dragen van gehoorbescherming op de auditieve waarneming. Waarschijnlijk hangt dit van zoveel factoren af (signaalniveau, signaal-ruisverhouding, functieverlies) dat niet op voorhand valt te voorspellen wat de gevolgen van het dragen van gehoorbeschermers zullen zijn. Het is echter wel van belang rekening te houden met mogelijke nadelige effecten op de communicatie wanneer gehoorbeschermers worden gebruikt.

3.7. Slechthorende werknemers

In Nederland hebben ruim 1 miljoen mensen klachten over hun gehoor. Hoewel een belangrijk percentage hiervan de pensioengerechtigde leeftijd heeft overschreden, neemt een aanzienlijk aantal slechthorenden nog deel aan het arbeidsproces.

Uit gegevens van Broersen e.a. (1993) blijkt dat het aantal klachten van werknemers over slecht horen afhankelijk is van het soort werk, maar in alle gevallen sterk toeneemt met de leeftijd, zowel voor vrouwen als voor mannen. In de categorie mannelijke arbeiders stijgt het percentage klachten over slecht horen bijvoorbeeld van ongeveer 5% voor de werknemers jonger dan 30 jaar naar 22% voor de werknemers boven 49 jaar. Voor andere functiegroepen liggen de percentages iets lager. Ook bij vrouwen lijken de klachten minder frequent.

Daarom staan in deze bundel niet alleen de effecten van lawaai op de arbeidsplaats op het gehoor centraal maar ook de effecten van slechthorendheid op het functioneren in arbeidssituaties. Juist voor het functioneren op de arbeidsplaats is het van belang om slechthorendheid niet alleen te beschrijven in termen van *drempelverschuivingen in het toonaudiogram*, maar vooral ook in termen van het *functieverlies*, de daardoor optredende *beperkingen* en de ervaren *handicap*.

Als wij hierbij te maken krijgen met een slechthorende werknemer op een arbeidsplaats met veel lawaai, zal extra aandacht moeten worden besteed aan de interactie tussen gewenste versterking en noodzakelijke demping.

Hoofdstuk 4

Slechthorendheid, het werk als oorzaak en gevolgen voor het werk

F.J.H. van Dijk

*Coronel Instituut / Nederlands Centrum voor Beroepsziekten
Academisch Medisch Centrum
Amsterdam*

O.S. van Hees

*Arbodienst G.G. & G.D., Branche Kunst
Amsterdam*

4.1. Werk als oorzaak van slechthorendheid.....	49
Arbeidsomstandighedenwet.....	49
Risico-inventarisatie en evaluatie.....	50
Periodiek arbeidsgezondheidkundig onderzoek (PAGO)	51
Preventieve maatregelen.....	51
Arbodiensten	53
Arbeidsinspectie.....	53
Nieuwe ontwikkelingen	54
Nederlands Centrum voor Beroepsziekten	54
Financiële compensatie voor een beroepsziekte	55
Aanwezige beperkingen door ziekte en ziekteverzuim	56
4.2. Berekening van de geluidexpositie	57
4.3. Maten voor gehoorverlies en beroepsziekte.....	57
4.4. Slechthorendheid als een belemmering bij het werk	63

4.1. Werk als oorzaak van slechthorendheid

Arbeidsomstandighedenwet

De Arbowet is ingevoerd in 1983 en is voor het laatst gewijzigd in 1994. De wet heeft tot doel om werknemers te beschermen waar het gaat om de veiligheid, de gezondheid en het welzijn op de werkplek. De wet geldt voor alle bedrijven en instellingen, ook voor ambtenaren. Het gaat hierbij om bijna 6 miljoen werknemers in meer dan 400.000 bedrijven en instellingen, inclusief de overheid. De wet is maar in beperkte mate van toepassing op de ongeveer 750.000 zelfstandigen in ons land.

De Arbowet is een raamwet, dat wil zeggen dat de meeste bepalingen globaal

geformuleerd zijn. Meer concrete voorschriften staan in het zgn. *Arbobesluit* (Boere en Hoogvliet 1995) dat in juli 1997 van kracht wordt tezamen met de zgn. *Arboregeling* (Brüggemann 1996), waarin meer gedetailleerde onderwerpen behandeld worden.

Het Arbobesluit omvat een groot aantal bepalingen die voor het grootste deel gebaseerd zijn op EG-richtlijnen. De belangrijkste onderwerpen die erin behandeld worden zijn voorschriften die gaan over belastende arbeidsomstandigheden waaronder chemische stoffen en fysische factoren zoals geluid, klimaat en trillingen. Er zijn ook bepalingen voor bijvoorbeeld de Arbodiensten, de inrichting van de werkomgeving en persoonlijke beschermingsmiddelen. Bij veel onderwerpen wordt aandacht geschonken aan kwetsbare groepen.

Risico-inventarisatie en evaluatie

De werkgever moet zijn ondernemingsbeleid mede richten op de veiligheid, de gezondheid en het welzijn van de medewerkers. Daarvoor moet hij beschikken over een op schrift gestelde inventarisatie van alle gevaren die de arbeid met zich brengt. Een dergelijke Risico Inventarisatie en Evaluatie, afgekort tot RI&E, kan gaan over machines, apparaten, chemische stoffen, lawaai, virussen of belangrijke stressbronnen, geheel afhankelijk van het soort werk. De werkgever moet ook vastleggen welke maatregelen hij zal nemen. Bij de RI&E moet aandacht besteed worden aan bijzondere gevaren voor bijvoorbeeld zwangeren en gehandicapten. De Arbodienst van het bedrijf moet de werkgever bijstaan bij de RI&E en moet de kwaliteit ervan toetsen. In veel gevallen wordt de RI&E door de Arbodienst zelf verricht omdat de werkgever hiervoor onvoldoende expertise en hulpmiddelen heeft. De werknemers en de OR krijgen informatie of een exemplaar van de RI&E.

In het Arbeidsomstandighedenbesluit is vastgelegd dat het geluidsniveau op alle arbeidsplaatsen moet worden beoordeeld en indien nodig gemeten. De resultaten van de metingen moeten tenminste tien jaar bewaard blijven. Op de werkplek mag het equivalent geluidsniveau (gedurende een bepaalde beoordelingstijd) niet hoger zijn dan 85 dB(A) en het momentaan geluidsdrukkniveau (het maximale piekniveau) niet hoger dan 200 Pa, tenzij dat redelijkerwijs niet kan worden gevergd. Als de redelijkerwijsbepaling geldt, dan moeten doeltreffende voorzieningen worden getroffen om de geluidsniveaus van machines en werkzaamheden te beperken of moet de blootstellingsduur worden beperkt. Het aantal blootgestelde werknemers dient ook zoveel mogelijk beperkt te worden. Plaatsen waar het equivalent geluidsniveau van 90 dB(A) wordt overschreden dan wel het momentane geluidsdrukkniveau van 200 Pa, moeten afgebakend worden en door signalen worden gemarkeerd. Voorlichting en onderricht zijn voorgeschreven voor werknemers blootgesteld aan een equivalent geluidsniveau van 80 dB(A) of meer dan wel aan het genoemde momentane geluidsdrukkniveau. Voorlichting en onderricht betreffen niet alleen de mogelijke gevaren voor het gehoor, maar ook de regelgeving, de te nemen maatregelen die hierin genoemd zijn, informatie over persoonlijke beschermingsmiddelen en over het periodieke audiometrische onderzoek.

Periodiek arbeidsgezondheidkundig onderzoek (PAGO)

Voortbouwend op een traditie van medisch onderzoek van werknemers, schrijft de wet voor dat de werkgever de werknemers periodiek in de gelegenheid stelt om een medisch onderzoek te laten verrichten dat erop gericht moet zijn om de risico's die het werk voor de gezondheid met zich meebrengt zoveel mogelijk te voorkomen of te beperken. Dit type onderzoek wordt Periodiek Arbeidsgezondheidkundig Onderzoek (PAGO) genoemd en moet door de Arbodienst worden uitgevoerd. Werknemers zijn niet verplicht om aan het onderzoek mee te werken.

In het Arbeidsomstandighedenbesluit is voor een beperkt aantal risico's en werknemers een aantal concrete wettelijke voorschriften opgenomen. Bij lawaai-blootstelling geldt dat werknemers die worden blootgesteld aan een geluidsdosisniveau (dat is een energetisch gemiddeld geluidsniveau gedurende een representatieve werkdag van 80 dB(A) of meer) in de gelegenheid moeten worden gesteld om een audiometrisch onderzoek te ondergaan. Dit onderzoek moet worden uitgevoerd door een Arbodienst met tussenpozen van vier jaar of met kortere tussenpozen als dit naar het oordeel van de Arbodienst noodzakelijk is. De resultaten van het audiometrische onderzoek worden gedurende minstens tien jaar bewaard. De werknemer wordt vanzelfsprekend op de hoogte gebracht van de resultaten van het audiometrisch onderzoek. De Arbodienst moet in de gelegenheid gesteld worden om te adviseren over preventieve of persoonlijk beschermende maatregelen.

Preventieve maatregelen

De werkgever moet zorgen voor een zo groot mogelijke veiligheid, een zo goed mogelijke bescherming van de gezondheid en moet het welzijn bij de arbeid bevorderen. Daarvoor kunnen allerlei maatregelen worden genomen in de organisatie van het werk, in de inrichting van de werkplek en bij de toepassing van werkmethoden. Gevaren moeten zoveel mogelijk bij de bron worden aangepakt. Als dat redelijkerwijs niet kan, bijvoorbeeld om technische redenen, dienen collectieve maatregelen genomen te worden of maatregelen op individueel niveau zoals persoonlijke beschermingsmiddelen. Dit betekent dat de werkgever eerst moet proberen om te hoge geluidsniveaus te verlagen door bijvoorbeeld apparaten en machines aan te schaffen die minder geluid produceren en door bouwtechnische geluidsisolerende en absorberende maatregelen. Andere manieren is de beperking van de blootstellingsduur en het aantal blootgestelde werknemers. Er is inmiddels een groot aantal studies verricht die de werkgever helpen bij de technische problemen die moeten worden opgelost. Over enige tijd is te voorzien dat databanken met oplossingen ter beschikking zullen komen die het zoekproces naar oplossingen kunnen ondersteunen.

Een voorbeeld:

In een chipsfabriek zijn klachten over hoge lawaainiveaus. Het bedrijf is na het meten van de lawaainiveaus door de Arbodienst (op een aantal arbeidsplaatsen wordt een equivalent geluidsniveau van 95 dB(A) gevonden) gewezen op de wettelijke verplichting om een schriftelijk plan voor de lawaai-bestrijding op te stellen en daar is vervolgens samen hard aan gewerkt. Een vijftal machines moet omkast worden, hetgeen technisch grote problemen geeft i.v.m. de warmte-afvoer die in het gedrang dreigt te komen. Daarnaast moet de kantineruimte worden afgeschermd en er wordt een aantal goedkope voorzieningen voorgesteld om lawaai door perslucht tegen te gaan. Hulp van een akoestisch bureau lijkt gewenst. In het tweede jaar worden de voorzieningen aangebracht. Bij controlemetingen, een half jaar later, blijkt dat de meeste voorzieningen naar tevredenheid werken, behalve dat de omkastingen van de machines soms open staan omdat de werknemers dan beter zicht hebben op het productieproces. Een snelle berekening leerde dat hierdoor het beschermende effect van de omkasting voor 80% teniet werd gedaan, zodat de werknemers nog steeds aan een te hoog lawaainiveau waren blootgesteld. Daarom zijn de omkastingen aangepast met behulp van doorzichtige panelen.

De werkgever heeft veel vrijheid om de door de overheid gestelde doelen te bereiken. Maatregelen die het bedrijf heeft genomen moeten wel voldoen aan de 'algemeen erkende regelen der techniek'. Oplossingen die 10 jaar geleden nog als passend golden hoeven dat vandaag de dag niet meer te zijn. Zogenaamde 'redelijkerwijs'-bepalingen in de wet maken een afweging mogelijk van veiligheids- en gezondheidsbelangen aan de ene kant tegen de technische, praktische en economische haalbaarheid aan de andere kant.

Wanneer werknemers worden blootgesteld aan een equivalent geluidsniveau van 80 dB(A) of hoger, moeten persoonlijke gehoorbeschermingsmiddelen ter beschikking worden gesteld zoals oorkappen en oordopjes. Aan deze beschermingsmiddelen worden bepaalde eisen gesteld. Ze moeten een demping bieden van het geluid tot een equivalent niveau van 80 dB(A) of lager (of minimaal tot beneden 90 dB(A)). De werknemer moet inspraak gegeven worden bij de keuze van het soort persoonlijke beschermingsmiddelen. Bij overschrijding van het equivalent geluidsniveau van 90 dB(A) of het momentaan geluidsniveau van 200 Pa moeten deze middelen door de werknemers gebruikt worden. Hierdoor verhoogd ongevalsgevaar dient door doeltreffende maatregelen zoveel mogelijk beperkt te worden.

De inzet van de werknemers is in veel situaties essentieel. Daarom is in de wet vastgelegd dat de werknemers voorzichtig en zorgvuldig moeten werken om gevaren te vermijden voor henzelf en anderen. De ondernemingsraad (OR) heeft een instemmingsrecht bij regelingen over veiligheid, gezondheid en welzijn.

Arbodiensten

Een aantal risico's voor de werknemers is zonder deskundige ondersteuning niet goed vast te stellen. Deskundigen zijn in veel gevallen ook nodig om adequate oplossingen aan te bevelen. Na 1 januari 1998 moeten alle bedrijven een contract hebben met een gecertificeerde Arbodienst. Dit voorschrift heeft tot doel om enige garantie te scheppen voor de kwaliteit van het beleid van de bedrijven.

Arbodiensten zijn de opvolgers van bedrijfsgezondheidsdiensten en veiligheidsdiensten en zijn per definitie multidisciplinair van samenstelling. In alle Arbodiensten werken bedrijfsartsen, arbeidshygiënist, veiligheidskundigen en arbeids- en organisatiekundigen. Voor de wet zijn verzekeringsartsen qua bevoegdheid (voorlopig) gelijk gesteld aan bedrijfsartsen. Arbeidshygiënist zijn ingenieurs of HTS-ers, gespecialiseerd in arbeidsomstandigheden. Arbeids- en organisatiekundigen zijn speciaal opgeleide sociale wetenschappers. In de meeste diensten zijn ook andere deskundigen werkzaam zoals ergonomen, bedrijfsaudiometristen en bedrijfsverpleegkundigen. Kennis en vaardigheden op het gebied van het gehoor dienen in elke Arbodienst aanwezig te zijn, gegeven het frequent voorkomen van lawaai en van slechthorendheid.

Voor een viertal taken is de werkgever verplicht om deskundigen uit een Arbodienst in te schakelen, nl. voor (toetsing van) de RI&E, voor het periodiek arbeidsgezondheidskundig onderzoek zoals bijvoorbeeld audiometrisch onderzoek, de begeleiding van werknemers bij ziekteverzuim en voor het spreekuur van de bedrijfsarts. Arbodiensten geven adviezen voor het arbeidsomstandigheden- en ziekteverzuimbeleid. Zij kunnen ook ingeschakeld worden bij andere activiteiten, zoals aanstellingskeuringen, voorlichting en training, adviezen voor werkplekverbetering en -aanpassing, adviezen bij nieuwbouw, etc.

Voor andere dan de vier genoemde 'verplichte' taken mag de werkgever ook andere diensten of bedrijven inschakelen zoals een akoestisch bureau. De Arbodienst krijgt er binnenkort nog een vijfde, verplicht bij een Arbodienst af te nemen taak bij, nl. het uitvoeren van aanstellingskeuringen. Dit past in het streven van de overheid om niet-professionele praktijken tegen te gaan.

Arbeidsinspectie

Op de wet wordt toegezien door de Arbeidsinspectie die toegang heeft tot alle werkplaatsen. Elke werknemer kan een klacht indienen bij werk dat gevaarlijk, ongezond of nadelig voor het welzijn is. Bij het toezicht zal de Arbeidsinspectie eerst proberen een bindende afspraak te maken met de werkgever of werknemer. Wanneer dit niet lukt dan volgt een waarschuwing met een ultimatum. Levert dit weer geen concreet resultaat op, dan volgt een procesverbaal en komt de zaak voor de rechter. In meer risicovolle bedrijfstakken wordt meer frequent gecontroleerd dan in minder risicovolle. Zo worden kleine bedrijven in de machine-industrie, in de bouw en bij zeehavens eenmaal

per vier jaar bezocht. Kleinere bedrijven in de detailhandel zien de Arbeidsinspectie gemiddeld slechts eenmaal per 24 (!) jaar.

Nieuwe ontwikkelingen

Momenteel is een voorstel in voorbereiding voor een vereenvoudiging van de Arbowet met een verschuiving van verantwoordelijkheden naar de bedrijven, de werknemers en hun organisaties, die desnoods voor de rechter moeten procederen (civielrecht). Voor ernstige overtredingen en ernstige risico's voor de gezondheid en veiligheid blijven normen bestaan (m.n. wanneer deze van de Europese Unie afkomstig zijn) en blijft de overheid controleren. Voor deze situaties wordt een 'lik-op-stuk-beleid' voorgesteld. Dit beleid komt neer op sneller boetes geven.

Nieuw is de bepaling dat zwangere werkneemsters niet mogen worden blootgesteld aan equivalente geluidsniveaus boven 80 dB(A) en piekgeluiden boven 200 Pa vanwege de kans op gehoorschade bij het ongeboren kind (Brüggemann, 1996).

'Hardhorendheid of doofheid t.g.v. lawaai' is één van de aandoeningen die vermeld zijn op de Europese lijst van beroepsziekten (Faure en Hartlief 1995, pag. 152). In ons land zijn de werkgevers sinds 1988 volgens de Arbowet wettelijk verplicht om ongevallen en (vermoede) beroepsziekten te melden aan de Arbeidsinspectie. Een beroepsziekte is daarbij gedefinieerd als 'een ziekte of aandoening die in hoofdzaak het gevolg is van arbeid of arbeidsomstandigheden'. In de praktijk wordt maar zelden gemeld, als gevolg van een weinig daadkrachtig optredende overheid, het niet bekend zijn met de verplichting of met de beroepsziekte zelf bij de werkgever en weerstanden van de werkgever i.v.m. mogelijke controle door de Arbeidsinspectie. Maar ook werknemers zien vaak weinig voordelen in meldingen. Zij zijn bovendien bang voor negatieve reacties van het bedrijf.

Over het algemeen zijn geregistreerde bedrijfsartsen, ondersteund door bedrijfsaudiometristen, goed in staat om de diagnose lawaaislechthorendheid te stellen. Bedrijfsartsen zijn echter niet erg actief met het melden van deze aandoening vanwege de vrees om een werkgever tegen zich in het harnas te jagen zonder dat melding in hun ogen iets wezenlijks toevoegt aan de preventie.

Nederlands Centrum voor Beroepsziekten

Het Nederlands Centrum voor Beroepsziekten (NCvB) is gevestigd in het AMC in Amsterdam. Haar rol is die van een expertise- en topreferentiecentrum ter ondersteuning van Arbodiensten en van medici en bijvoorbeeld ook van medewerkers van Audiologische Centra die vragen hebben over lawaaislechthorendheid als beroepsziekte. Om de kwaliteit van de diagnostiek te bevorderen en om te komen tot gestandaardiseerde meldingen aan het centrum zijn in 1995 richtlijnen gepubliceerd voor de diagnostiek en melding van 31 verschillende beroepsziekten, waaronder lawaaislechthorendheid. In de daaraan gekoppelde pilot studie naar de incidentie van beroepsziekten zijn door ruim 100 bedrijfsartsen meldingen verricht (Kuiper en van der Laan,

1996). Lawaaislechthorendheid werd van alle beroepsziekten verreweg het meest frequent gemeld, 153 van in totaal 321 meldingen van nieuwe beroepsziekten. Een representatief beeld van het aantal mensen met deze aandoening in ons land ontbreekt evenwel (Chorus et al., 1995).

Het risico op lawaaislechthorendheid neemt toe met het lawaainiveau en met de duur van de blootstelling. Kort inwerkende heel hoge geluidsniveaus zoals bij ontploffingen en schieten zijn bijzonder schadelijk voor het gehoor. Heijermans noemde in zijn 'Handleiding tot de kennis der beroepsziekten' (1926) reeds een groot aantal beroepen met veel slachtoffers zoals mijnwerkers, metaalbewerkers, ketelmakers, bouwvakkers, treinmachinisten, enzovoorts. Volgens Duitse gegevens ligt de leeftijd waarop de ziekte zich over het algemeen openbaart rond het vijfenvijftigste levensjaar (van Dongen, 1995). Lawaaislechthorendheid is verantwoordelijk voor ongeveer eenderde van alle beroepsziekten in Duitsland. De top vijf van beroepen met veel lawaaislechthorendheid in Duitsland ziet er als volgt uit :

1. reparateur, mecanicien en vergelijkbare beroepen
2. metaalarbeider
3. bouwvakker
4. machinisten
5. beroepen in het verkeer

In de Atlas Gezondheid en Werkbeleving naar beroep, gebaseerd op een omvangrijke populatie werknemers in Oost Gelderland, staan voor mannen als beroepen met het hoogste risico genoteerd: machinaal wever, fabriekstimmerman, drukker, controleur van producten en baas afdeling voedingsmiddelen (Broersen et al., 1991). Met toenemende leeftijd stijgt het percentage werknemers dat slecht hoort aanzienlijk. Werknemers die handarbeid verrichten hebben een duidelijk hoger risico dan werknemers die hoofdarbeid verrichten (Broersen et al., 1993).

Het NCvB start in 1997 met een uitgebreid landelijk meldings- en registratiesysteem voor beroepsziekten waarbij naar verwachting ruimte zal zijn voor creatieve en meer direct aan preventie verbonden projecten, zoals de opzet van een peilstation voor het monitoren van lawaaislechthorendheid bij jonge werknemers in bijvoorbeeld de grafische industrie of in de bouw.

Financiële compensatie voor een beroepsziekte

Ons land kent, in tegenstelling tot bijna alle andere landen in Europa, geen compensatiewetgeving als onderdeel van de sociale zekerheidswetgeving. Dit betekent dat slachtoffers van een beroepsziekte geen financiële of andere compensatie krijgen voor de geleden schade. Dit is niet altijd zo geweest. De Ongevallenwet (uitbreiding in 1928) omvatte ook financiële compensatie voor beroepsziekten. Er was recht op schadevergoeding afgestemd op het gederfde loon of inkomen wanneer er een verband was tussen het ongeval resp. de beroepsziekte en de bedrijfsuitoefening. We spreken dan van een verzekering tegen een bedrijfsrisico oftewel een 'risque professionnel'. Sinds de

invoering van de WAO (later AAW/WAO) in 1967 is dit causaliteitsbeginsel verlaten: er is geen onderscheid meer voor wat betreft de hoogte van de uitkering tussen arbeidsongeschiktheid ten gevolge van een arbeidsongeval of beroepsziekte of ten gevolge van een andere oorzaak.

De Arbowet verplicht tot een beleid gericht op een zo goed mogelijke bescherming van de gezondheid. Een andere mogelijkheid is vergoeding via het aansprakelijkheidsrecht waarbij nationale gewoonten en jurisprudentie een belangrijke rol spelen. Er is een civielrechtelijke aansprakelijkheid voor de werkgever die zorg dient te dragen voor veilige en gezonde arbeidsomstandigheden (art 7A:1638 X Burgerlijk Wetboek, Faure en Hartlief, 1995). Het bewijs van het tekortschieten in de zorgverplichting dient evenwel door de werknemer geleverd te worden. Toch is sprake van een uitbreiding van de aansprakelijkheidswetgeving onder meer als gevolg van ontwikkelingen in de Europese Unie. Volgens Faure et al. (1995) zal de nationale wetgeving voorsnog dominant blijven in verband met de verbondenheid met de nationale rechtscultuur. In de Nederlandse jurisprudentie is een tendens waar te nemen dat de rechterlijke macht aansprakelijkheid van de werkgever gemakkelijker aanneemt. De bewijslast ten aanzien van de oorzaak (de blootstelling) kan bij de werkgever gelegd worden.

De aantasting van de sociale zekerheid als gevolg van een reeks wetswijzigingen, zoals de privatisering van de Ziektewet (WULBZ) en wetgeving die de toegang tot arbeidsongeschiktheidsuitkeringen beperkt, zoals de TBA-wet, leidt er vermoedelijk toe dat meer mensen zullen proberen om geleden gezondheidsschade, die naar hun mening veroorzaakt is door het werk, te verhalen op de werkgever. Een stijging van het aantal claims op de werkgever en op verzekeringsmaatschappijen wordt door vele auteurs voorzien. Volgens Faure et al. spelen hierbij de toegenomen maatschappelijke tendens tot slachtofferbescherming en de invoering van 'contingency fees' in de Nederlandse advocatuur een rol. Er is tevens sprake van een verhoging van de schadebedragen.

Aanwezige beperkingen door ziekte en ziekteverzuim

De Arbowet schrijft voor dat de werkgever bij de taakverdeling rekening moet houden met de gezondheid van de werknemer. Wanneer een werknemer vanwege een beperking door een ziekte of handicap niet meer goed kan functioneren dan dient de werkgever maatregelen te treffen (Arbowet, Wet Arbeid Gehandicapte Werknemers, Ziektewet).

Een voorbeeld:

Een oudere telefoniste krijgt toenemend problemen met haar werk als gevolg van presbycusis in combinatie met een eenzijdig verminderd gehoor door een geleidingsstoornis. Overleg tussen een Audiologisch Centrum en de bedrijfsarts resulteert in een voorstel aan werknemer en bedrijf om voortzetting van het werk mogelijk te maken door selectieve versterking van bepaalde frequenties in combinatie met een aantal rustpauzes.

De werkgever moet het ontstaan van ziekte en ziekteverzuim zoveel mogelijk voorkomen of beperken en de werknemers begeleiden die door ziekte hun werk niet kunnen uitvoeren. Bij de begeleiding van zieke werknemers moet de werkgever een gecertificeerde Arbodienst inschakelen. Dit geldt ook voor werknemers die om medische redenen werken in aangepast werk.

4.2. Berekening van de geluidexpositie

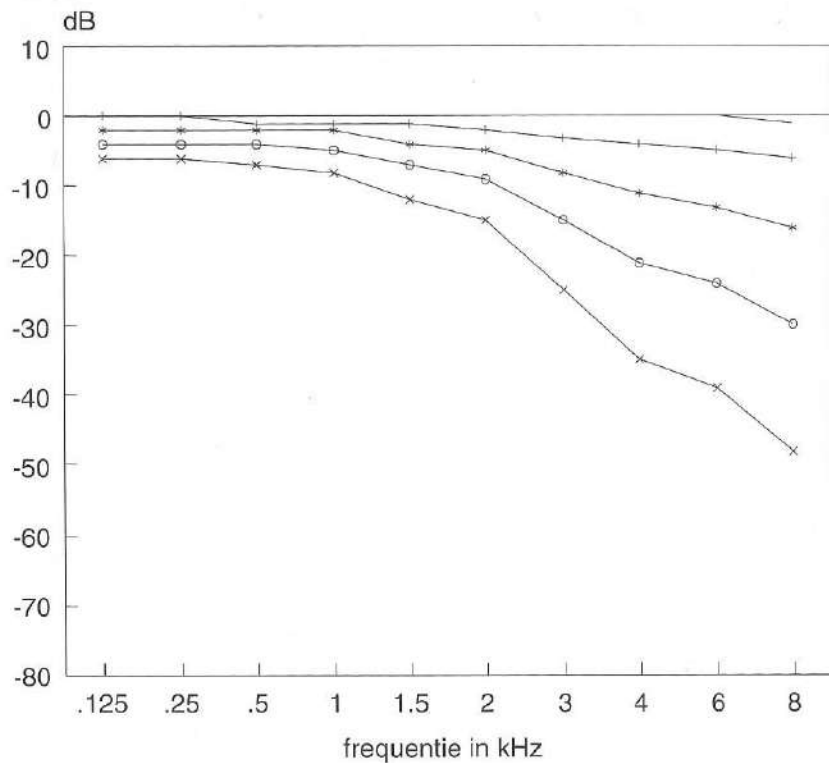
Het is haast onvermijdelijk dat expositie aan lawaai in de werksituatie leidt tot gehoorbeschadiging. Helaas haast onvermijdelijk, want het is een illusie te veronderstellen dat gehoorbescherming altijd en overall consequent en adequaat zal worden toegepast. Bovendien is de werksituatie niet de enige bron van lawaaiexpositie. Lawaai om ons heen is zo gewoon geworden dat we vele lawaaibronnen niet meer als lawaai interpreteren. Lindeman et al. (1987) toonden aan dat reeds op jeugdige leeftijd, door expositie in de onderwijssituatie en in de vrije tijd, bij scholieren en studenten forse gehoorafwijkingen voorkwamen ten opzichte van het voor de leeftijd normale gehoor. Van Hees (1989) toonde aan dat het gebruik van de walkman bij jeugdigen (en dus ook bij volwassenen) gehoorschade kan veroorzaken. Passchier-Vermeer (1989) stelt dat er per jaar 21500 jongeren bijkomen die door blootstelling aan recreatief geluid een gehoor hebben dat verminderd is of zelfs slechthorend is. Mensen die in hun vrije tijd in een amateur orkest (symfonie-, harmonie- of fanfare orkest) spelen staan aan hoge geluidniveaus bloot, welke variëren tussen de 85 en 104 dB(A) gedurende 8 uur (L_{EX}) (Van Hees, 1991).

Bij het constateren van een gehoorafwijking en het achterhalen van de oorzaak daarvan, alsmede (en met name!) voor het nemen van preventieve maatregelen, is het daarom van het grootste belang dat de diverse expositiebronnen en de bijbehorende niveaus worden achterhaald. Het vaststellen van de geluidniveaus in de arbeidssituatie is een taak van de Arbodienst. Met de huidige literatuur en richtlijnen (o.a. Passchier-Vermeer et al., 1988) kan dit geen problemen meer opleveren.

Aan de hand van twee voorbeelden wordt in *bijlage 4* duidelijk gemaakt hoe een eventueel geconstateerde gehoorafwijking slechts een gedeeltelijke of in het geheel geen samenhang kan hebben met de geluidexpositie in de werksituatie.

4.3. Maten voor gehoorverlies en beroepsziekte

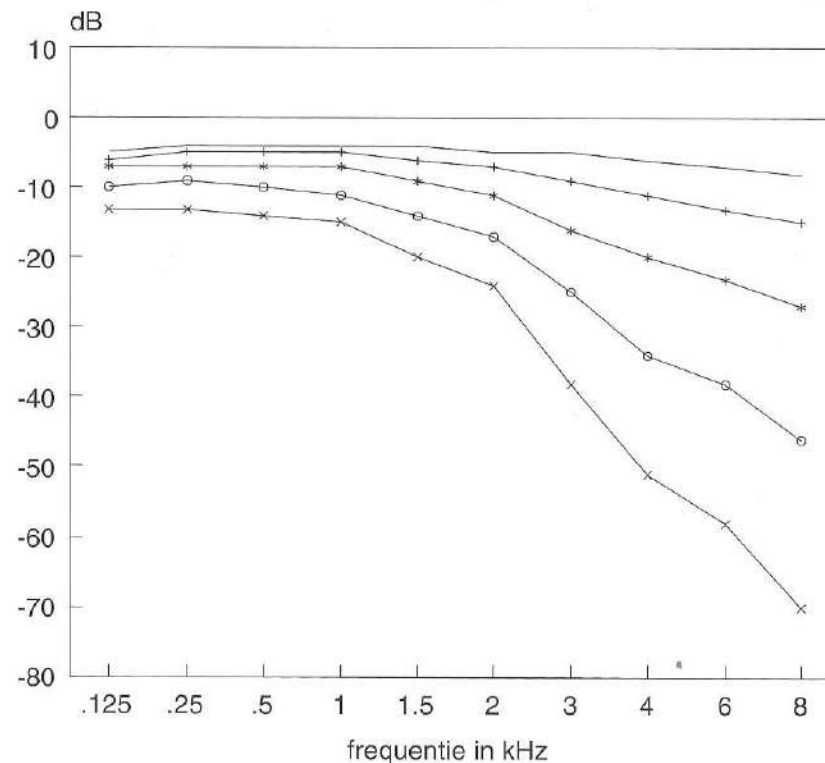
Om vast te kunnen stellen dat het gehoorverlies van de proefpersonen is veroorzaakt door andere factoren dan presbycusis, is het gebruik van een referentiepopulatie noodzakelijk. Hiertoe is een referentiepopulatie nodig, onderverdeeld in mannen en vrouwen, waarvan mag worden aangenomen dat slechts de veroudering invloed heeft gehad op de gehoorscherpheid en er geen andere oorzaken van gehoorverlies (infectieziekten, ototoxische farmaca, oor-



figuur 4-1. Audiogrammen HL50.

ontstekingen, hoofdletsels, lawaai-expositie) aanwezig zijn. Internationaal zijn de door de ISO gepresenteerde referentiewaarden in gebruik. Deze referentiewaarden zijn opgenomen in ISO 7029 (1984) en worden gerefereerd als "database A".

De audiometrische gegevens, zoals verkregen door audiometrie bij de onderzoekspopulatie, zijn gecorrigeerd met behulp van de mediaan (Hearing Level, HL50, zie figuur 4-1 voor voorbeelden van HL50-lijnen), in het vervolg aangeduid als *HL50-correctie*, en de 25e percentiel (HL25, zie figuur 4-2 voor voorbeelden van HL25-lijnen), in het vervolg aangeduid als *HL25-correctie*, van deze database A. De HL50 betreft waarden, overeenkomende met 50% met het "beste" gehoor van de database A, de HL25 betreft waarden, overeen-



figuur 4-2. Audiogrammen HL25.

komende met 75% met het "beste" gehoor van de database A. Deze correctie geschiedt als volgt:

Voor iedere proefpersoon worden de audiometrische gegevens van de frequenties 0.5, 1, 1.5, 2, 3, 4, 6 en 8 kHz van beide oren vergeleken met de referentiewaarden van database A van hetzelfde geslacht en dezelfde leeftijd als de proefpersoon. In geval van HL50-correctie worden per frequentie de referentiewaarden van de best horende 50% van database A afgetrokken van de gemeten waarden van de proefpersoon. In geval van HL25-correctie worden per frequentie de referentiewaarden van de best horende 75% van database A afgetrokken van de gemeten waarden van de proefpersoon. De aldus voor presbycusis gecorrigeerde waarden worden resp. *C50-waarden* (C=correc-

tie) en C25-waarden genoemd. Een negatieve C50-waarde betekent dat de proefpersoon op de desbetreffende frequentie een slechter gehoor heeft dan 50% van de referentiepopulatie. Een positieve C50-waarde betekent dat de proefpersoon op de desbetreffende frequentie een beter gehoor heeft dan de slechtst horende 50% van de referentiepopulatie (dus geen ongunstige gehoorafwijking heeft) en een C50-waarde van nul wil zeggen dat er geen verschil is. HL25-correctie, d.w.z. vergelijking met de "best horende" 75% van de referentiepopulatie, zeef als het ware de ernstiger gevallen eruit. Een aldus ontstane negatieve C25-waarde wil zeggen dat de proefpersoon een slechter gehoor heeft dan de best horende 75% van de referentiepopulatie op de desbetreffende frequentie. Een positieve C25-waarde betekent dat de proefpersoon een beter gehoor heeft dan de slechtst horende 25% van de referentiepopulatie.

Mutatis mutandis geldt deze procedure voor de presbycusiscorrectie met behulp van de HL10. Aldus ontstaat een C10-waarde. Een negatieve C10-waarde zal gebruikt worden voor het eventueel vaststellen van een beroepsziekte (zie hieronder).

Nu heeft men voor het vaststellen van een gehoorafwijking geen presbycusiscorrectie van het gehele audiogram nodig. Het blijkt dat het gehoorverlies bij 4 kHz van alle frequenties de hoogste correlatie ($r=0.8$, $p<0.00001$) heeft met de definitie van een gehoorafwijking bij presbycusiscorrectie met behulp van de HL50, de HL25 en de HL10 (Van Hees 1991).

Als definitie van een gehoorafwijking wordt gesteld:

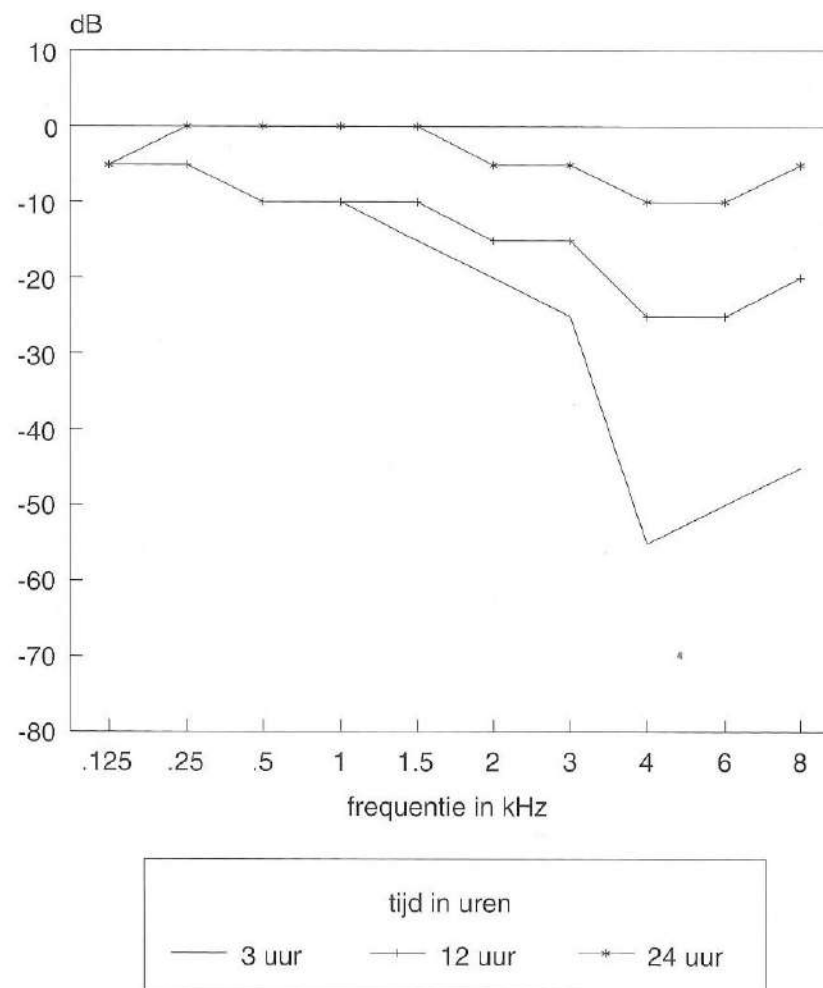
Een persoon wordt beschouwd als hebbende een gehoorafwijking indien hij/zij op één of beide oren een negatieve C50-waarde bij 4 kHz heeft.

Als definitie van een ernstige gehoorafwijking wordt gesteld:

Een persoon wordt beschouwd als hebbende een ernstige gehoorafwijking indien hij/zij op één of beide oren een negatieve C25-waarde bij 4 kHz heeft.

De definitie van een beroepsziekte door expositie aan lawaai vereist een nadere uitleg.

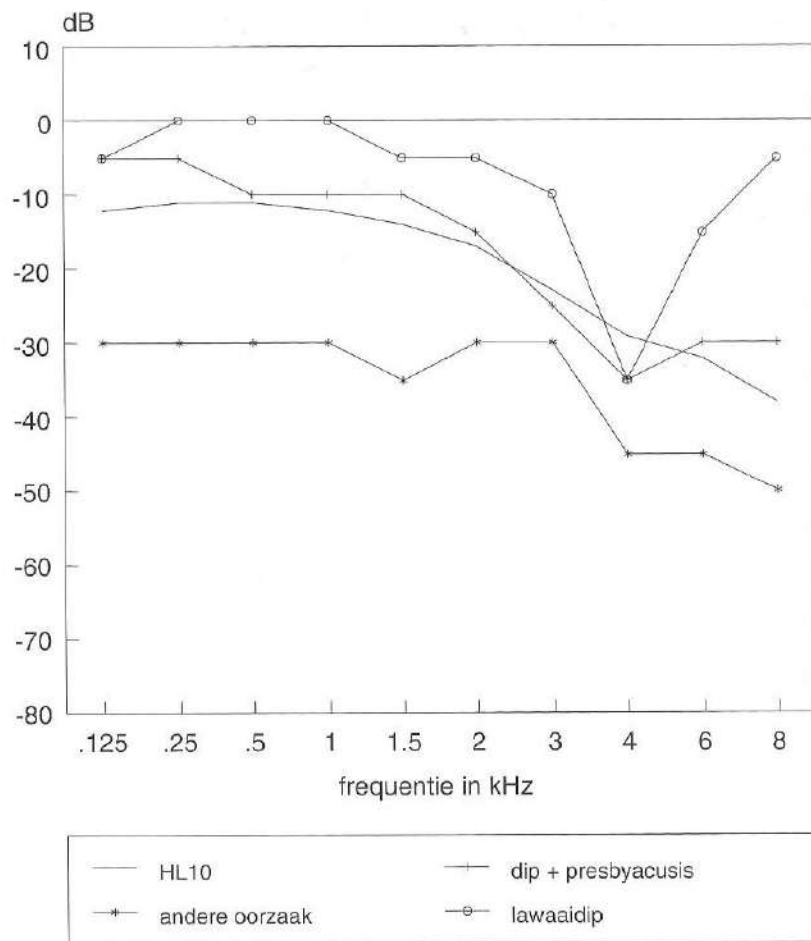
Voor de vaststelling van slechthorendheid ten gevolge van lawaai moet er sprake zijn van expositie aan schadelijke geluidsniveaus in de werksituatie. In de richtlijnen ten behoeve van de diagnostiek en registratie van beroepsziekten (Nederlands Centrum voor Beroepsziekten, 1995) is gesteld dat de aandoening neuropereceptief van aard is en het meest uitgesproken bij frequenties tussen de 3 en 6 kHz. Het gehoorverlies is meestal dubbelzijdig en in het algemeen symmetrisch en irreversibel, maar niet progressief na staken van de expositie aan lawaai. De wel progressieve presbycusis kan echter als het ware optellen bij het gehoorverlies door lawaai. Door deze combinatie van oorzaken kunnen de klachten met het ouder worden toch toenemen, ook lang na het staken van de expositie aan lawaai.



figuur 4-3. Effect tijdsinterval op TTS.

Voor het beoordelen van een beroepsziekte is een audiogram nodig. Dit audiogram dient bij voorkeur vergeleken te worden met eerdere audiogrammen, zo mogelijk vervaardigd vóór de expositie aan lawaai. Het audiogram waarop het criterium 'beroepsziekte' wordt beoordeeld, dient gemaakt te worden onder standaardcondities, waarbij het effect van een tijdelijke drempelverschuiving (TTS) uitgewerkt is. Dit lawaai-vrije interval is arbitrair gesteld op 6 uur, maar bij hoge expositieniveaus kan een langer interval nodig zijn. *Figuur 4-3* maakt dit duidelijk.

Als grenswaarde is gekozen voor de HL10 van de ISO 7029 (Passchier-Vermeer, 1986a en 1986b; Van Hees, 1991). Dat wil zeggen dat, indien het gehoorverlies bij 4 kHz groter is dan bij 90% van de referentiepopulatie van



figuur 4-4. Beroepsziekte of niet man 45 jaar.

de ISO 7029 bij dezelfde frequentie (tabel 4-1), er sprake is van een gehoorverlies dat, met in acht name van een aantal hieronder vermelde voorwaarden, veroorzaakt is door expositie aan lawaai in de werksituatie.

Deze voorwaarden zijn ten aanzien van het klinisch beeld:

1. De gehoordrempel bij 4 kHz overschrijdt de HL10 voor hetzelfde geslacht en dezelfde leeftijdsgroep.
2. Het gehoorverlies is bij 1 kHz aan beide oren echter niet groter dan de HL10-waarde van hetzelfde geslacht en dezelfde leeftijdsgroep (zie tabel 4-1). Is dit laatste wel het geval, dan is nader onderzoek naar de aard van het gehoorverlies nodig.
3. Het verschil tussen de gehoordrempels van het linker en het rechter oor bij 4 kHz is kleiner of gelijk aan 15 dB.

4. In de anamnese ontbreken aanwijzingen voor:

- aangeboren slechthorendheid;
- otosclerose;
- ziekte van Ménière;
- operaties of ziekten aan middenoor of binnenoor;
- traumata gehoorgang of rotsbeen.

Deze voorwaarden zijn ten aanzien van de lawaai-expositie:

1. Minimale expositie-intensiteit: herhaalde of langdurige beroepsmatige expositie aan geluidniveaus hoger dan 80 dB(A), bewezen door anamnese en expositiecondities.
2. Minimale expositieduur: zes maanden, rekening houdend met variaties in individuele gevoeligheid.
3. Maximale latentietijd: niet van toepassing. Gehoorverlies neemt niet toe, respectievelijk treedt niet op na het staken van de expositie.

Een audiogram dat aan bovengestelde criteria voldoet, zal derhalve als beroepsziekte gekenmerkt worden. Dat echter niet ieder audiogram ideaal is om zo makkelijk beoordeeld te worden toont *figuur 4-4*, waarin diverse mengvormen van oorzaken van gehoorverlies zijn opgenomen.

Leeftijd	mannen 4 kHz	vrouwen 4 kHz	mannen/vrouwen 1 kHz
20-24	11	10	7
25-29	12	11	8
30-34	15	12	9
35-39	19	15	10
40-44	25	18	11
45-49	31	21	13
50-54	39	26	15
55-59	48	31	17
60-64	59	37	20
65-69	71	43	22

tabel 4-1. Referentiewaarden HL10 volgens ISO 7029.

4.4. Slechthorendheid als een belemmering bij het werk

Mensen met een ernstige gehoorstoornis blijken minder vaak deel te nemen aan het arbeidsproces dan mensen zonder gehoorstoornis (Kremer, 1996). Wanneer sprake is van een belemmering van het werk, dus van een arbeidshandicap als gevolg van een verminderd gehoor, dan kunnen werknemer en werkgever een beroep doen op de sociale zekerheidswetgeving zoals de Ziektewet, de WAO, AMBER en de komende integrerende Wet op de Reïntegratie.

Op dit moment is het zo dat minimaal 70% van het loon van een werknemer gedurende het eerste jaar van het ziekteverzuim door de werkgever moet wor-

den doorbetaald. De werkgever kan zich hiervoor verzekeren, hetgeen een groot gedeelte van de kleinere werkgevers ook gedaan heeft. Bedrijven groter dan 50 of 100 werknemers nemen over het algemeen zelf het risico. Dit betekent dat de werkgever er vergeleken met vroeger meer belang bij heeft om maatregelen te nemen die ervoor zorgen dat een slechthorende werknemer niet hoeft te verzuimen. We zien dit terug in de algemene tendens tot meer inspanningen van de werkgever ten behoeve van de reïntegratie van werknemers die een tijd vanwege ziekte thuis zijn. Tegelijkertijd zien we een toegenomen risicosselectie 'bij de poort' omdat het in het belang van de werkgever is om 'slechte risico's' althans door de werkgever als zodanig gepercipieerde risico's, bij de aanstelling te weren. Na één jaar ziekteverzuim komt een werknemer in de WAO/AAW. Het is niet ondenkbaar dat de recent weer stijgende arbeidsongeschiktheidscijfers (deels) veroorzaakt zijn door een verminderde bereidheid van de werkgevers om langdurig verzuimende werknemers nog een kans te geven vanwege het grote financiële risico. Over het algemeen kan gesteld worden dat er in de sociale zekerheidswetgeving veel mogelijkheden zijn voor compensatie van beperkingen door een ziekte of gebrek. Een probleem is wel dat er veel bureaucratische belemmeringen zijn en een enorme veelheid van regelingen. Daarom wordt momenteel gewerkt aan de Wet op de Reïntegratie waarbij allerlei wettelijke stimulerende regelingen worden gestroomlijnd. Allerlei positief bedoelde regelingen met een beloning voor goed gedrag blijken echter in de praktijk niet goed te werken omdat ze teveel selectiecriteria bevatten, te complex zijn en pas na veel moeite leiden tot een compensatie. De meeste werkgevers zien er weinig heil in.

Het principe is dat de werkgever verantwoordelijk is voor maatregelen betreffende werktijden en voorzieningen op de werkplek, al dan niet daarvoor gecompenseerd door de sociale verzekeringen. Het spreekt vanzelf dat ook de Arbodienst grote verantwoordelijkheden heeft op dit gebied. Om deze verantwoordelijkheden waar te maken zal de kwaliteit van de diensten moeten worden verhoogd. Hiertoe wordt gewerkt aan het opstellen van richtlijnen voor 'sociaal-medische begeleiding' voor een groot aantal chronisch zieken. Het is te verwachten dat dergelijke richtlijnen ook zullen worden geformuleerd voor slechthorenden. Daarnaast is veel te verwachten van de inbreng van andere disciplines. Op dit moment is geen van de bestaande disciplines in de Arbodiensten deskundig op het gebied van akoestische maatregelen. Arbeidshygiënisten zouden zich heel goed kunnen ontwikkelen tot experts op dit gebied. Het is ook mogelijk dat de steeds talrijker wordende ergonomen deze taak erbij zullen nemen.

Persoonsgebonden hulpmiddelen zoals hoortoestellen zullen over het algemeen blijven behoren tot het domein van de zorgverzekeraar. Uitzonderingen op deze regel lijken evenwel denkbaar, zoals voorzieningen voor slechthorenden die zowel bescherming bieden tegen teveel lawaai (juist slechthorenden zijn vanwege de beperkte gehoorresten bijzonder kwetsbaar i.t.t. wat sommigen denken) alsook de spraak versterken middels een hoortoestel.

Hoofdstuk 5

Te onderscheiden hoorfuncties

T.S. Kapteyn

*KNO - Audiologie
Academisch Ziekenhuis Vrije Universiteit
Amsterdam*

W.A. Dreschler

*KNO - Klinische & Experimentele Audiologie
Academisch Medisch Centrum
Amsterdam*

5.1. Inleiding	65
5.2. Het functioneren van het gehoor	67
5.3. Hoorfuncties en testmethoden.....	68
De gevoeligheid van het gehoor.....	68
Het dynamisch bereik van het oor.....	69
Het stabiel zijn van het oor	71
Het discriminatievermogen van het oor	71
Het selectief horen	72
De temporele resolutie van het oor	73
Oorsuizen (de interne ruis van het oor).....	73
De samenwerking van beide oren	74
De snelheid van geluidsherkenning	75
5.4. Het beoordelen van het auditief functioneren	75

5.1. Inleiding

In het leven van alle dag speelt het kunnen waarnemen van geluid een heel grote rol. Dit betreft zeker niet alleen spraakverstaan en de informatieoverdracht door middel van waarschuwingsgeluiden. Juist ook het kunnen horen van zachte, schijnbaar onbelangrijke geluiden is bepalend voor het zich prettig voelen of welbevinden: het ervaren dat men verkeert in een levende omgeving. Het wegvallen daarvan veroorzaakt een gevoel van isolatie, van eenzaamheid en dit kan oorzaak zijn van een gevoel van neerslachtigheid en onzekerheid. Het waarnemen van aspecten van een geluid zoals bijvoorbeeld het geval is bij het luisteren naar muziek en het horen van brabbelgeluiden van een baby bepaalt mede de beleving van de kwaliteit van het leven.

In dit hoofdstuk worden diverse aspecten van de geluidswaarneming onderscheiden. Bij het beoordelen van het al of niet goed functioneren van het gehoor

verdiene deze aspecten aandacht te krijgen. In een benadering van het auditief functioneren is het zinvol de indeling te gebruiken die de 'World Health Organisation' maakt met het definiëren van 'disorder', 'impairment', 'disability' en 'handicap' (WHO, 1980).

Disorder - afwijking. Heeft betrekking op de beschrijving van een (organisch) ziekteproces van het (gehoor)orgaan (oorzaak, beloop etc.). Voorbeelden zijn: *otosclerose, presbycusis, lawaaibeschadiging van het binnenoor, etc.*

Impairment - stoornis. Heeft betrekking op het extrinsieke functioneren van het (gehoor)orgaan, een afwezigheid of afwijking van een psychologische, fysiologische of anatomische structuur of functie zoals dat met functiemetingen kan worden vastgesteld. De WHO-definitie luidt: "In the context of health experience an impairment (hearing) is any loss or abnormality of psychological, physiological, or anatomical structure or function ("impairment" is more inclusive than "disorder" in that it covers losses, eg the loss of a leg is an impairment but not a disorder)". Voorbeelden zijn: *geleidingsverlies, perceptieverlies, centrale hoorstoornis, tinnitus, recruitment.*

Disability - beperking. Betreft een objectiveerbare situatie, een beperking van het vermogen een activiteit op normale wijze te verrichten. De WHO-definitie luidt: "In the context of health experience a disability (hearing) is any restriction or lack, resulting from impairment of ability to perform an activity in the manner, or within the range, considered normal for a human being". Voorbeelden zijn: *verminderd spraakverstaan, verminderd richting-horen.*

Handicap. Heeft betrekking op een gesocialiseerde situatie, een nadelige positie van een persoon als gevolg van een stoornis of beperking, waardoor de normale rolvervulling van de betrokkene (gezien leeftijd, geslacht en sociaal-culturele achtergrond) begrensd of verhinderd wordt. De WHO-definitie luidt: "In the context of health experience a handicap (hearing) is a disadvantage for a given individual, resulting from an impairment (hearing) or a disability (hearing), which limits or prevents the fulfilment of a role that is normal, depending on age, sex, social, and cultural factors for that individual".

In feite kan onderscheid gemaakt worden tussen

- de handicap vóór revalidatie, interventie en reïntegratie-activiteiten in de leef- en werksituaties;
- de handicap ná revalidatie, interventie en reïntegratie-activiteiten, dus met hoorhulpmiddelen, geoptimaliseerde akoestische omstandigheden, communicatie-training e.d.

Als uitgangspunt voor goed kunnen horen wordt in deze beschouwing de *optimale geluidspereceptie* gedefinieerd als de geluidswaarneming van het gezonde gehoor van jonge goedgehoorde mensen die geen belaste gehooranamnese

hebben en van wie per definitie de onderscheiden hoorfuncties en de samenwerking daarvan als norm genomen worden.

Een *hoorfunctie* is dan het karakteristieke vermogen van het gehoor om een bepaald facet van het aangeboden geluid waar te nemen.

Geluid is te definiëren als een trilling in het frequentiebereik dat met een optimale geluidspereceptie kan worden waargenomen. Een geluidstrilling kan ontdeeld worden in de samenstellende elementaire zuivere tonen, de componenten die elk hun eigen trillingsgetal of frequentie hebben. De sterkte of intensiteit van elk van die componenten kan in de loop van de tijd veranderen waardoor de klank van het geluid verandert. In veel geluiden, met name in de muziek, wordt een geluid gedragen door een trilling met een relatief lage frequentie, de grondtoon, waarnaast tonen aanwezig zijn waarvan de frequentie twee-, drie-, vier-, enz. maal zo hoog liggen; dit zijn de tweede, derde, vierde enz. boventoon in een harmonische trilling. Wanneer twee muziekinstrumenten dezelfde grondtoon spelen wordt het verschil in klank of timbre bepaald door het verschil in sterkte van de diverse boventonen.

In de met de stem voortgebrachte geluiden is het zelfde het geval. Door de periodieke sluiting van de stembanden wordt de grondtoon met de harmonische boventonen geproduceerd. De grondfrequentie en daarmee de onderlinge frequentieafstand van de boventonen kan gewijzigd worden door de spanning van de stembanden te veranderen. Dit bepaalt de intonatie van de stem. Door de keel-, neus- en mondholte in het zogenaamde aanzetstuk worden de boventonen in bepaalde frequentiegebieden versterkt, de zogenaamde formantgebieden. Deze formantgebieden kunnen worden gewijzigd door de akoestische eigenschappen van de resonantieholtten te veranderen, bijvoorbeeld door de stand van de tong, het al of niet afsluiten van de doorgang door de neus en de opening en de stand van de lippen. Door het wijzigen van de formantgebieden kunnen de verschillende klinkers onderscheidbaar worden geproduceerd. De stand van het zachte verhemelte, de tong en de lippen bij aanvang van het produceren van de klinker bepalen de beginmedeklinker en de stand bij het beëindigen van de klinker de afsluitende medeklinker. Door al deze mogelijkheden te benutten kan een goed gearticuleerde, verstaanbare en mooi geïntoneerde spraak worden geproduceerd. Doordat de stemgevende organen bij de man wat groter en zwaarder zijn is de grondtoon van een mannenstem over het algemeen wat lager dan van een vrouwestem. Dit impliceert dat de boventonen ook wat dichterbij elkaar liggen. Dit heeft tot gevolg dat de formantgebieden bij een mannenstem wat beter gevuld zijn. Dit zou de onderscheidbaarheid van geproduceerde klinkers ten goede moeten komen. Bij eenzelfde articulatie zou een man dus beter verstaanbaar moeten zijn dan een vrouw. Een complicerende factor is dat de lage tonen het krachtigst zijn en daardoor de hogere boventonen kunnen overstemmen. In de praktijk is het dan ook niet zo vanzelfsprekend dat mannenstemmen duidelijker verstaanbaar zijn dan vrouwenstemmen.

5.2. Het functioneren van het gehoor

Het gehoor is tot op grote nauwkeurigheid in staat de verschillende componenten van een samengesteld geluid te onderscheiden. Dit gebeurt in de coch-

lea waarin het basilair membraan aan de kant van het middenoor met de hogere frequenties en aan het andere uiteinde bij het helicotrema met de lagere frequenties kan meetrillen. De verschillende componenten van het aangeboden geluidsspectrum brengen zo afhankelijk van hun frequentie het basilair membraan op verschillende, karakteristieke plaatsen in trilling. De sterkte van de desbetreffende component bepaalt de sterkte of amplitude van die beweging van het basilair membraan op de desbetreffende "resonantie" plaats. Door de locale haarcellen van Corti wordt de trilling in de vorm van actiepotentialen doorgegeven naar de hogere hoorcentra waar de bewustwording wordt verzorgd. Het onderscheidend vermogen van het gehoor is heel groot.

Plomp (1966) toonde aan dat een luisteraar in staat is in een harmonische trilling het al of niet aanwezig zijn van de zesde/zevende boventoon nog te onderscheiden. Daarnaast is het gehoor ook in staat veranderingen van de sterkte van een component heel snel te onderscheiden. Voor de optimale geluidspereceptie beschikt het gezonde gehoor dus over een zeer scherp en snel werkend onderscheidingsvermogen, de auditieve discriminatie. M.b.v. deze auditieve discriminatie worden de verschillende facetten van het geluids aanbod beoordeeld. Het gehoor beschikt daarvoor over karakteristieke vermogens die in het vervolg als *hoorfuncties* worden aangeduid. Juist ook om subtiele afwijkingen of defecten van dit verbazingwekkende discriminatievermogen van het gehoor te kunnen vaststellen is er behoefte aan gevoelige onderzoeksmethoden. In het kort zullen de verschillende hoortesten besproken worden waarmee het al of niet goed functioneren van het gehoor betreffende de onderscheiden hoorfuncties kan worden gemeten. In een hier op volgend hoofdstuk wordt besproken welke hoorfuncties vooral van belang lijken te zijn in een beoordeling van de beperking die een luisteraar door slechthorendheid in een luistersituatie ondervindt.

5.3. Hoorfuncties en testmethoden

De gevoeligheid van het gehoor

De meest basale eigenschap van het gehoor is de gevoeligheid voor geluid. De octaaf-toonaudiometrie levert een snelle, geijkte en goed reproduceerbare meetmethode. In korte tijd wordt een indruk verkregen van de mate van verminderde gevoeligheid alsook of de oorzaak gezocht moet worden in een (eventueel te verbeteren) geluidsgeleiding naar het binnenoor of in het perceptie binnenoor zelf danwel in de verwerking van de geluidsinformatie.

In sommige gevallen kan het van belang zijn om m.b.v. zgn. hoge-tonen audiometrie de gevoeligheid van het gehoor tussen 8 en 20 kHz te meten (Dreschler et al., 1985, 1989).

Andere snelle, maar minder reproduceerbare testen op de gehoorscherppte zijn stemvorkproeven, observeren van reacties op aangeboden geluiden, de conversatiespraaktest en/of fluistertest. Voor deze methoden geldt dat ze snel zijn uit te voeren, maar ook dat zij grofmazig en subjectief zijn: zij vereisen de medewerking van de onderzochte persoon. Wanneer het meetresultaat niet bevredigend is kunnen aanvullende metingen verricht worden.

Het oto-akoestische emissieonderzoek is een snelle objectieve meting. Als er emissies worden gemeten mag geconcludeerd worden dat de gevoeligheid van dat oor niet sterk afwijkend kan zijn. Bij afwezigheid van emissies is geen zekerheid verkregen over een eventuele verminderde gevoeligheid en dus ook geen informatie over de mate van gehoorverlies of de localisatie van de oorzaak.

De Brainstem Evoked Response Audiometrie (BERA) is een objectieve reproduceerbare meetmethode waarmee informatie verkregen wordt over de mate van de verminderde gevoeligheid voor de geluidspereceptie betreffende de hogere frequenties (rond 3 kHz) alsook de localisatie van de oorzaak van een eventuele verminderde gevoeligheid. Het onderzoek vereist meer tijd en uitgebreidere meetfaciliteiten dan toonaudiometrie. Voor electro-cochleografie gelden deze beide factoren in nog sterkere mate. Dit onderzoek zal alleen gedaan worden op speciale indicatie. Het kan wel informatie leveren betreffende de gevoeligheid van het oor over een breder frequentiegebied dan de BERA.

Het dynamisch bereik van het oor

Een oor kan zeer zachte geluiden waarnemen en tegelijkertijd zeer harde geluiden verdragen. Het interval is vergelijkbaar met een instrument waarmee brieven en ook auto's te wegen zijn. Een oor kan immers geluiden horen vanaf 0 dB HL (definitie hoordrempel) en sterkten tot 120 dB HL (kort) verdragen; dat is in geluidsdruk een factor 10 tot de macht 6 (van gram tot ton). Een al te veelvuldig zwaar belasten is niet bevorderlijk voor het behoud van de gevoeligheid (dit aspect is bij het bespreken van lawaaislechthorendheid al aan de orde geweest).

Wanneer de gevoeligheid van een oor verminderd is blijkt heel vaak, met name bij cochleaire gehoorverliezen, tegelijkertijd een (subjectieve) overgevoeligheid voor matig hoge geluidssintensiteiten op te treden: deze worden als zeer onaangenaam of zelfs pijnlijk ervaren. In feite wordt dan het dynamisch bereik van het oor van twee kanten aangetast. Dit fenomeen wordt recruitment genoemd en wordt gerelateerd aan een disfunctioneren van de cochlea. Het treedt vooral op in het gebied van de hoge frequenties.

Een indicatie betreffende het dynamisch bereik van een oor kan op eenvoudige wijze, enigszins globaal, worden verkregen door bij toonaudiometrie naast de hoordrempel ook de grens van onaangenaam luid worden van de toon te bepalen. De aangegeven grens is echter afhankelijk van de aan de luisteraar gegeven instructie, de meetmethode en de attitude van de onderzochte. Normaliter wordt de onaangename luidheid aangegeven tussen 90 en 100 dB HL. Dit gaat vaak ook op voor personen met een perceptief gehoorverlies. Bij uitgesproken recruitment ligt dit niveau lager, tot soms zelfs bij 75 dB. Een reductie van het dynamisch bereik geeft bij toepassing van geluidsversterkende hulpmiddelen een nadrukkelijke indicatie voor het instellen van een begrenzing van het maximale uitgangsvermogen ter voorkoming van geluidshinder en beschadigingen.

De luidheid van een geluid is een subjectief begrip dat primair afhangt van drie factoren: de sterkte van het geluid, de frequentie-inhoud (het spectrum) en de tijdstructuur (het dynamisch gedrag). Om het effect van de tijdstructuur te elimineren is er veel onderzoek gedaan met relatief continue geluiden. Indien hiervoor zuivere tonen of smallebandruisjes worden gebruikt, versmalt het effect van de frequentie-inhoud zich tot een frequentieafhankelijkheid van de luidheid. Met deze stimuli is veel kennis over de luidheidsperceptie opgebouwd. Men moet zich echter realiseren dat de luidheidsperceptie van in de tijd variërende en breedbandige signalen veel complexer is dan voor continue smalbandige signalen. Bij de breedbandigheid speelt het verschijnsel 'loudness summation' een rol, bij in de tijd variërende signalen het verschijnsel 'temporal integration'.

Omdat er grote inter-individuele verschillen in luidheidsperceptie blijken te bestaan, is het zinvol om de luidheidsopbouw bij iedere slechthorende individu te meten. In plaats van de klassieke methoden van de balanstesten volgens Fowler, wordt steeds vaker een vorm van luidheidsschaling toegepast. Hierbij wordt vooral gebruik gemaakt van de Pascoe-audiometrie (kortweg Pascoe) en de Würzburger Hörfeld Skalierung (kortweg WHS). Bij beide methoden wordt gevraagd om de subjectieve luidheidswaardering uit te drukken in een cijfer. De luidheidswaarderingen worden door de proefpersoon aangewezen op een luidheidsschaal, zodat spreken de concentratie niet verstoort. Op deze wijze wordt per frequentie een individuele luidheidscurve verkregen, waarmee men een indruk krijgt van de frequentieafhankelijke luidheidsopbouw. Uit onderzoek is gebleken dat de reproduceerbaarheid van beide testen in dezelfde orde van grootte ligt: een standaarddeviatie van 5 tot 7 dB is haalbaar.

De methoden volgens Pascoe en WHS hebben elk een aantal specifieke voordelen t.o.v. elkaar. In de WHS worden stimuli van verschillende sterkte en frequentie door elkaar aangeboden. Hiermee worden de volgorde-effecten verkleind. Een nadeel is dat de test zich niet aanpast aan de responsen van de slechthorende (zoals de Pascoe-test); soms wordt een groot deel van de (zwakkere) stimuli niet gehoord, daarnaast is er bij recruitment kans op het overschrijden van de drempel van onaangename luidheid (de Un-Comfortable Loudness of UCL-drempel) door de hardere stimuli. Bovendien is een goede analyse van de WHS-resultaten om een fit van de meetpunten te verkrijgen niet zo eenvoudig. Hiervoor is een apart computerprogramma nodig, terwijl de Pascoe-test eenvoudig handmatig is uit te voeren. De resultaten van de WHS zijn gedetailleerder en beter bruikbaar bij de keuze van een hoortoestelinstelling. De Pascoe-methode daarentegen neemt weer minder tijd. De WHS-test tenslotte is op CD verkrijgbaar. Indien geen individuele luidheidsmetingen beschikbaar zijn, kan men rekening houden met een min of meer "gemiddeld" luidheidsgedrag. Deze worden afgeleid uit zogenaamde luidheidsmodellen.

Voor nader onderzoek van het onderscheidingsvermogen van het oor voor sterktevariëaties zijn meetmethoden ontwikkeld ter bepaling van de minimaal waarneembare intensiteitstrede. De resultaten zijn afhankelijk van de toege-

paste meetmethode, de intensiteit en de frequentie waarbij de meting wordt verricht. Bij de amplitudemodulatie methode moet de luisteraar aangeven welke modulatiediepte van een aangehouden toon nog net wordt waargenomen (modulatiemethode). Een andere amplitudemodulatiemethode is het plotseling even iets versterken van een verder stationair aangehouden toon (SISI-test). Betrouwbaarder gegevens worden verkregen met een twee-keuze-testprocedure: direct na elkaar worden twee korte toonstootjes gepresenteerd waarvan één met iets grotere sterkte; de luisteraar moet dan zeggen welke van de twee het luidste was.

Het stabiel zijn van het oor

De betrouwbaarheid van informatie staat of valt met de stabiliteit van het waarnemend instrument of orgaan. Het oor dient dus ook stabiel te zijn. Een toon die gedurende een langere tijd met eenzelfde intensiteit wordt aangeboden moet ook steeds even luid blijven klinken. Nu kent ons oor een normale adaptatie: bij een constant aangehouden toon worden geleidelijk minder actiepotentialen gegenereerd om aan te geven dat de toon met onveranderde sterkte voortduurt (als het ware een onderhoudsdosis). In de hogere neurale verwerking wordt dit verdisconteerd. Wanneer echter ten gevolge van de gehoorafwijking de gevoeligheid van een oor gaat afnemen, dan wordt de verstrekte informatie tijdens het horen van een continue geluid onbetrouwbaar. Men spreekt dan van pathologische adaptatie, vermoeibaarheid of ook wel uitputbaarheid van het oor. In feite wordt een stabiele toon dan als afnemend in sterkte waargenomen. Dit verschijnsel is indicatief voor een retro-cochleaire component in de pathologie. De toonvervaltest is er op gericht deze hoorfunctie te testen, een objectieve versie ervan is de stapediareflexverval-test.

Het discriminatievermogen van het oor

Het vermogen van het oor om tonen en klankpatronen te onderscheiden noemt men het discriminatievermogen van dat oor. Deze hoorfunctie wordt doorgaans gemeten door spraakaudiometrisch onderzoek, bij voorkeur met monosyllaben, bestaande uit een medeklinker-klinker-medeklinker (CVC-) woorden om elke informatie uit een context te elimineren. Strikt genomen zou bij voorkeur gewerkt moeten worden met zogenaamde nonsens-woorden. De ongeoefende luisteraars zijn echter geneigd van het gehoorde klankpatroon een zinvol woord te maken of het globaal na te bootsen. Daardoor is het beoordelen of deze nonsens-woorden geheel correct zijn gediscrimineerd en gereproduceerd moeilijker. Kortom, deze stimuli zijn niet zo goed bruikbaar voor klinische toepassingen. In de audiometrische praktijk blijkt spraakaudiometrie met monosyllaben, waarvan een aantal frequent gebruikte, bijna gelijkklinkende alternatieven (minimum-paren) in de taal voorkomt, een eenvoudige en zeer efficiënte klinische onderzoeksmethode te zijn om het discriminatievermogen van het gehoor te bepalen. Door diverse gelijkwaardige rijen woorden met verschillende intensiteit te presenteren kan het discriminatievermogen als functie van de intensiteit worden gemeten: de discriminatiecurve. Het verschil tussen de maximale score van de discriminatiecurve en de (maximaal bereikbare) 100% wordt het discriminatieverlies genoemd.

Voor het schatten van het vermogen tot spraakverstaan heeft het spraakaudiogram een belangrijke meerwaarde boven het toonaudiogram. Bij het spraakverstaan speelt namelijk niet alleen de detectie van signalen een rol, maar zijn vooral ook complexere functies van het gehoor van belang, zoals discriminatie en identificatie. Het direct meten van het spraakverstaan is natuurlijk relevanter voor de dagelijkse praktijk dan het (net) kunnen detecteren van zuivere tonen. Uit het spraakaudiogram blijkt primair wat de maximale discriminatiescore van een slechthorende is en bij welke spraakintensiteit die wordt bereikt. Tevens kan men zien of er sprake is van regressie en/of overgevoeligheid voor harde geluiden. Een nadeel is dat de (woord)kennis in de gebruikte taal van invloed is op het testresultaat. Daarom moet met eenvoudige woorden gewerkt worden die veel gelijkenis vertonen met andere woorden, die ongeveer even vaak gebruikt worden in de dagelijkse spraak.

Met meer geavanceerde testen is het discriminatievermogen van het oor nader te onderzoeken. Een voorbeeld van een discriminatietest waarbij de woordkennis geen rol speelt is het laten beoordelen of twee direct na elkaar aangeboden klankpatronen gelijk of verschillend zijn. Een dergelijke twee-keuze-test kan met allerlei stimuli worden gedaan. In de stemherkenningstest die wordt genoemd in hoofdstuk 7 worden twee telwoorden van vier lettergrepen gepresenteerd en de vraag aan de luisteraar is aan te geven of deze al of niet door de zelfde persoon zijn uitgesproken (Kramer et al., 1996). In een dergelijke testopzet kan ook gewerkt worden met andere signalen zoals complexe tonen, ruisbandjes met verschillende frequentie breedte of ook muzikale klanken die in klankkleur (timbre) kunnen verschillen. Bij dit type testen kan de (muzikale) training van de luisteraar een uitkomst beïnvloedende factor zijn.

Het selectief horen

Een oor is in staat een te herkennen geluid, het signaal, te onderscheiden van storend lawaai of ruis. Om dit aspect te meten wordt de intensiteit bepaald waarmee korte zinnen moeten worden aangeboden in een constant gehouden achtergrondruis: het bepalen van de spraakverstaanbaarheidsdrempel in ruis, ook wel aangeduid als de kritische signaal-ruisverhouding van de luisteraar of als de 'Speech Reception Threshold' (SRT).

In de SRT-test wordt ruis aangeboden met een intensiteit die 20 dB hoger ligt dan het niveau waarop 50% van de zinnen in stilte goed kan worden verstaan. De kritische signaal-ruisverhouding van een oor is gedefinieerd als het verschil tussen de intensiteit van die ruis en de intensiteit waarmee de zinnen in die ruis moeten worden aangeboden om daarvan 50% geheel correct te kunnen reproduceren. De meting wordt uitgevoerd volgens een adaptieve methode. Na een globale benadering van de spraakverstaanbaarheidsdrempel in de ruis worden in de ruis achtereenvolgens 10 zinnen aangeboden waarbij de sterkte van de volgende telkens 2 dB verschilt van de sterkte van de voorgaande zin en wel 2 dB harder als de vorige zin niet geheel correct is nagesproken en 2 dB zachter als de voorgaande wel correct is herhaald. Het gemiddelde niveau van de 10 zinnen is de drempel van het zinsverstaan in de aangeboden ruis. De kritische signaal-ruisverhouding is dus het verschil tussen de drempel

van het zinsverstaan in de ruis en de intensiteit van de ruis. Om te voorkomen dat een grillig verlopende hoordrempel de meting op ongewenste wijze kan beïnvloeden moet de ruis de zelfde spectrale samenstelling hebben als de spraak.

De SRT-test is binnen de Audiologische Centra een standaard klinische test, met weliswaar beperkte mogelijkheden om de test te laten aansluiten bij de dagelijkse praktijk van de betreffende slechthorende. Als variatiemogelijkheden kan men kiezen uit een mannelijke of een vrouwelijke spreker en tussen een stationaire of spraakachtig gemoduleerde stoornis. Om beter bij de dagelijkse praktijk aan te sluiten, kan het zinvol zijn om te beschikken over een set van verschillende soorten stoornissen. Dreschler et al. (1993) beschrijven bijvoorbeeld een procedure om zo'n set samen te stellen. Tenslotte kan het nuttig zijn om de SRT-test uit te voeren met behulp van meer dan één luidspreker zodat spraak en ruis ruimtelijk gescheiden aangeboden kunnen worden. In een dergelijke testopzet wordt de samenwerking van beide oren essentieel en in het onderzoek betrokken (Boymans et al., 1993). Uiteraard zullen deze modificaties op de SRT-test eerst gevalideerd moeten worden, zodat de testresultaten zinvol geïnterpreteerd kunnen worden.

De temporele resolutie van het oor

Door de intensiteit van de ruis niet constant te houden, maar er snelle fluctuaties in aan te brengen kan de kritische signaal-ruisverhouding worden beïnvloed, ook al is de ruissterkte, gemeten over iets langere tijdsperiodes van 1 of 2 seconden wel steeds gelijk. De invloed van de sterktevariaties van de ruis is dat op een moment van iets mindere intensiteit extra veel van het spraaksignaal opgevangen kan worden, terwijl even daarna het volgende stuk van de zin extra sterk gemaskeerd is. Goedhorenden blijken gemiddeld baat te hebben van deze fluctuaties terwijl veel slechthorenden geen positief en vaak zelfs een negatief effect op de zinsverstaanbaarheid laten zien. Kennelijk kan het niet goed functionerende oor dan de sterktevariaties van de ruis niet positief benutten: de temporele resolutie van het oor is aangetast. Ook deze hoorfunctie is met geavanceerde testen nader in kaart te brengen.

Oorsuizen (de interne ruis van het oor)

Als indicatie voor de gevoeligheid van een oor voor een toon wordt de hoordrempel gemeten in een stille akoestische situatie. Door te meten in geluidarme kamers wordt voorkomen dat een extern geluid de geluidswaarneming beïnvloedt. Anders gezegd: de interne ruis van het oor bepaalt dan de perceptiedrempel. Een dergelijke situatie doet zich voor als men muziek beluistert met een geluidsinstallatie die een hoge eigen ruis heeft. Zachte passages in de muziek verdrinken in de ruis van de versterker. Nu kan elke vorm van slechthorendheid beschouwd worden als zijnde het gevolg van een verhoogde interne ruis van het oor in het desbetreffende frequentiegebied. Net zoals bij een versterker kan het niveau van de eigen-ruis als kwaliteitsnorm beschouwd worden.

Deze benadering kan zinvol zijn als iemand aangeeft een spontaan geluid in

het oor waar te nemen zoals het geval is bij oorsuizen. Van de intensiteit en het spectrum van het oorsuizen kan een indruk verkregen worden door met een externe geluidsbron een overeenkomstige geluidssensatie te creëren, het zij in het suizende oor het zij in het contralaterale oor. Op deze wijze kan de subjectief ervaren interne ruis bij benadering worden gekarakteriseerd.

De samenwerking van beide oren

De goedgehoorde beschikt over twee oren die op uiterst subtiele wijze samenwerken in het waarnemen van de geluiden uit de omgeving. Het kunnen bepalen uit welke richting een geluid komt, is mogelijk doordat het geluid van een geluidsbron in beide oren wordt waargenomen, maar met kleine verschillen in aankomsttijd, in intensiteit en in klank. Een verschil in aankomsttijd wordt veroorzaakt door een verschil in afstand van de geluidsbron naar de twee oren. Het intensiteitsverschil wordt niet zozeer veroorzaakt door het genoemde verschil in afstand, maar vooral door de hoofdschaduw: als een geluid van opzij komt is het oor aan diezelfde kant beter bereikbaar dan het oor dat voor de geluidsbron achter het hoofd verborgen is. Omdat lage tonen gemakkelijker om het hoofd buigen dan hoge tonen, kan er dan bovendien een verschil in klankkleur optreden. Een baby leert al op een leeftijd van enkele maanden deze informatie te gebruiken om een geluidsbron te localiseren. Bij het afnemen van de hoorscreeningstest volgens de methode Ewing, wat goed kan op een leeftijd van 9 maanden, wordt gebruik gemaakt van de dan al ontwikkelde vaardigheid tot localisatie van een geluidsbron, het richtinghoren. Deze vaardigheid wordt vervolgens verder uitgebouwd tot het vermogen om verschillende, tegelijkertijd aanwezige geluidsbronnen niet alleen ruimtelijk te onderscheiden maar bovendien om selectief aan één ervan speciaal aandacht te schenken: het selectief ruimtelijk horen. Met name bij het spraakverstaan in rumoer, zoals tijdens een receptie, wordt een appèl gedaan op deze hoorfunctie (Cocktail-party-effect). Vooral personen met een op latere leeftijd verworven eenzijdig (groter) gehoorverlies ondervinden in deze situatie problemen.

De samenwerking tussen beide oren kan getest worden met richtinghoorproeven en met het bepalen van het spraakverstaan in een vrije veld-situatie waarbij achtergrondlawaai of ruis uit een andere ruimtelijk gescheiden geluidsbron wordt aangeboden zoals boven aangegeven bij het bespreken van de SRT-test. Met geavanceerdere testen kan zowel het vermogen om de geluidsinformatie van beide oren te fuseren (fusie op hersenstamniveau) als het vermogen om de geluidsinformatie te separeren (test op dichotisch spraakverstaan) gemeten worden.

Het vermogen tot richtinghoren is dus gebaseerd op een aantal centrale processen in de hersenen waarbij gebruik gemaakt wordt van de informatie van beide oren. Met name gaat het hier om inter-aurale verschillen in tijd en intensiteit. Het is goed mogelijk dat soortgelijke centrale processen ook een rol spelen bij het spraakverstaan in ruis. Op dit moment is er echter nog geen gestandaardiseerde richtinghoortest voorhanden. Zelfs binnen de Audiologische Centra zijn er grote verschillen in de keuze van de stimuli en de

opstelling van de richtinghoortest. Meestal wordt er getest met een halve boog (-90° tot $+90^\circ$), waarbij het onmogelijk is te testen op voor/achter verwisselingen en op localisatie in het verticale vlak. Verder zijn de aanbiedingsduur en het spectrum van het te localiseren geluid in hoge mate bepalend voor de uitkomst. In recent onderzoek van Van der Wilk (1991) en Kramer (1995b) is gebruik gemaakt van de test zoals beschreven door Smoorenburg (1990). Bij deze test worden toonstootjes van 300 ms aangeboden uit één van de 8 luidsprekers die in een cirkel rondom de proefpersoon staan opgesteld. De toonstootjes bestaan uit een complex van 10 harmonischen. Om te voorkomen dat luidsprekers op grond van hun klankkleur worden herkend, wordt de grondfrequentie van het signaal gevarieerd. Tenslotte wordt door een luidspreker die zich boven de proefpersoon bevindt stoorryuis aangeboden. Deze test leent zich in principe voor een goed gestandaardiseerde meting van het richtinghoren in de klinische praktijk.

De snelheid van geluidsherkenning

Voor een adequaat reageren op een geluidssignaal is de herkenningstijd, dit is de tijd die nodig is om een geluid te horen, te onderscheiden en te herkennen, van groot belang. Dit geldt niet alleen voor waarschuwingsgeluiden, maar evengoed voor het kunnen volgen van een gesprek. Een spreker bepaalt in belangrijke mate de informatiedichtheid van een boodschap. Uiteraard is de kennis van de luisteraar van zowel de gebruikte taal als van het aan de orde gestelde onderwerp hier mede bepalend. Als het informatieaanbod te snel verloopt ten opzichte van de benodigde herkenningstijd ontstaan er verstaansproblemen. Dit kan zich manifesteren bij het volgen van een gesprek, maar ook bij het reageren op een waarschuwingsgeluid. Dit heeft een directe relatie met belevingen zoals het zich veilig voelen, het gemakkelijk kunnen communiceren, het zich moeten inspannen, vermoeid raken, stress en het zich wel bevinden.

Tot op heden is er geen gestandaardiseerde test beschikbaar om deze hoorfunctie te meten. Onderzoekingen gericht op het meten van reactietijden bij geluidsherkenningproeven en het meten van het kunnen verstaan van stapsgewijs versnelde spraak hebben nog niet een in de klinische audiologie goed bruikbare meetmethode opgeleverd. Wel zijn er fysiologische reacties van het lichaam te meten die gerelateerd zijn aan de inspanning die een luisteraar zich moet getroosten om adequaat te reageren, zoals hartslagritme, transpiratie, huidgeleiding en pupildiameter (Kramer, 1997a).

5.4. Het beoordelen van het auditief functioneren

Bij het beoordelen van het auditief functioneren van het gehoor dienen de diverse aspecten van de geluidswaarneming aandacht te krijgen. In het voorgaande is een aantal hoorfuncties genoemd, maar deze mogen niet als complete set voor een sluitende karakterisering worden beschouwd; het is denkbaar dat er aspecten buiten beschouwing zijn gebleven. Ook mag niet geconcludeerd worden dat de genoemde hoorfuncties onafhankelijk van elkaar zijn, er is zeker een onderlinge afhankelijkheid. Wel kan gesteld wor-

den dat in een goede beoordeling van de restcapaciteit van een niet goed functionerend gehoor aan de genoemde aspecten aandacht moet worden besteed.

Uiteraard is het kunnen waarnemen van een geluid een eerste vereiste om er op te kunnen reageren. Het meten van de gevoeligheid van het gehoor is daarom de eerste stap. De toonaudiometrie is daarvoor een algemeen toegepaste goed gevalideerde onderzoeksmethode. Een kwaliteitsbeoordeling alleen gebaseerd op het toonaudiogram is onvolledig en eenzijdig. Op welke wijze de diverse hoorfuncties tot gelding moeten komen, of anders gezegd welke gewichtsfactoren er aan toegekend dienen te worden, hangt van vele aspecten af, zowel belastende factoren vanuit de omgeving als persoonsgebonden factoren. In hoofdstuk 6 en hoofdstuk 7 wordt hieraan nader aandacht besteed.

In een validiteitsbeoordeling moet, naast het bepalen van de restcapaciteit van het gehoor, ook nagegaan worden in welke mate in de aan de orde zijnde luistersituatie een beroep gedaan wordt op de diverse aspecten van de geluidswaarneming. In het volgende hoofdstuk wordt aan dit onderdeel aandacht besteed.

Hoofdstuk 6

Validiteitsbeoordeling op grond van objectieve parameters

W.A. Dreschler

P.P. Boermans

*KNO - Klinische & Experimentele Audiologie
Academisch Medisch Centrum
Amsterdam*

6.1. Inleiding	77
6.2. 'Auditory demands': de invloed van de functie en de taak.....	78
6.3. 'Auditory demands': verzwaring door de akoestiek op de werkplek .	79
6.4. 'Auditory capacities': kwantificering van de auditieve restcapaciteit	81
6.5. 'Auditory demands and capacities': het samenstellen van een profiel en het vergelijken met de benodigde auditieve (rest) capaciteiten.....	83
6.6. Maatregelen om het auditief functioneren te verbeteren.....	85
Hulpmiddelen voor de slechthorende werknemer	85
Maatregelen op de werkplek t.b.v. de slechthorende	87
6.7. Voorspellingen van de effecten m.b.v. een Expert Systeem.....	88

6.1. Inleiding

Bij een bepaalde slechthorendheid, ontstaan door welke oorzaak dan ook, is het van belang de effecten hiervan op het functioneren op het werk in kaart te brengen. In dit hoofdstuk kiezen wij hierbij een 'objectieve' benadering, waarbij wij zo veel mogelijk uit gaan van objectief meetbare en kwantificeerbare grootheden: de mate en aard van de slechthorendheid en de eisen, die samenhangen met de taken (zoals de waar te nemen signalen) en de werkomstandigheden. Het is belangrijk een beeld te hebben van de aard van de werkzaamheden van de werknemer. Het zal duidelijk zijn dat iemand die een zwaar gehoorverlies heeft maar op zijn werk weinig hoeft te communiceren, minder beperkingen van zijn functieverlies ondervindt dan iemand die regelmatig moet vergaderen of iemand die moet communiceren in een omgeving met veel achtergrondlawaai. De specifieke taakstelling en werkomstandigheden kunnen voor bepaalde functies worden vastgelegd in zogenaamde auditieve functieprofielen.

Op basis van de in hoofdstuk 5 beschreven effecten van slechthorendheid op het auditief functioneren kunnen parameters worden gekozen die de restcapaciteit van het gehoor kwantificeren. Vervolgens zal worden nagegaan hoe men bepaalde functie-eisen t.a.v. auditief functioneren op het werk zou kunnen karakteriseren. Een dergelijk auditief functieprofiel wordt bepaald door de

taakstelling en de (akoestische) omgeving. Vervolgens zal ook worden geschetst hoe de akoestische omgeving in maat en getal kan worden gekarakteriseerd. De ontwikkelde parameters kunnen enerzijds nuttig zijn bij het schatten van de validiteit, anderzijds bij het treffen van compenserende maatregelen. Het gaat er om na te gaan in hoeverre de eisen die men aan het gehoor stelt ('auditory demands') in overeenstemming zijn met de (rest-)capaciteit van het gehoor ('auditory capacities').

Tenslotte zal een eerste aanzet worden beschreven van een 'expert system', waarmee de objectieve gegevens over gehoor, taakstelling, getroffen maatregelen en akoestiek kunnen worden geïntegreerd. Het is overigens goed te benadrukken dat zelfs bij een dergelijke brede benadering van het geconstateerde functieverlies, gecombineerd met de werkomstandigheden en de taakstelling, de mate van (sociale) handicap die de slechthorende ondervindt, nog niet geheel in objectieve parameters te karakteriseren is.

6.2. 'Auditory demands': de invloed van de functie en de taak

In de meeste beroepen zal een (vrijwel) ongestoorde gehoorfunctie belangrijk zijn voor het goed kunnen uitoefenen van de functie. In feite komt dit al naar voren tijdens de eerste kennismaking tussen werkgever en werknemer; het sollicitatiegesprek. Ook daarna zal verbale communicatie, ongeacht de precieze inhoud van de functie, een belangrijke rol blijven spelen, bijvoorbeeld bij het ontvangen van instructies en tijdens informele gelegenheden zoals de lunch in de kantine. Uiteraard zullen ook slechthorenden op veel werkplekken goed kunnen functioneren. Daarbij gaat de gedachte dan al snel uit naar werkplekken waar verbale communicatie een minder belangrijk aspect van de taakstelling is. Het gaat dan vaak om werk dat zelfstandig kan worden verricht, waarbij weinig overleg met collega's nodig is en waarbij de externe (verbale) contacten beperkt zijn. Dat wil echter niet per definitie zeggen dat bij dit soort functies de kwaliteit van het gehoor een ondergeschikte rol speelt, omdat ook het waarnemen van allerlei non-verbale geluiden een onderdeel kan vormen van de taakstelling. Zelfs bij beeldschermwerk, een toch bij uitstek visueel georiënteerde functie, wordt er door de opkomst van de multi-media computer een steeds groter beroep gedaan op het gehoor. In het vervolg zal er naar worden gestreefd een overzicht te geven van de verschillende auditieve taken, die voor verschillende beroepsgroepen van belang zijn.

De auditieve taakstelling valt te splitsen in het waarnemen van spraak, het detecteren en identificeren van non-verbale signalen, en het richtinghoren. Per categorie worden een aantal kenmerkende taakstellingen gegeven:

- *Spraakverstaan*
 - Het voeren van een gesprek met één andere persoon in stilte
 - Het voeren van een gesprek in een kleine groep (2 - 4 personen)

- Het deelnemen aan een vergadering
- Het voorzitten of notuleren van een vergadering
- Het bijwonen van een lezing
- Het geven van een lezing/onderwijs
- Het ontvangen van instructies
- Communicatie via telefoon, intercom, etc.
- Het luisteren naar TV, radio, multimedia, etc.
- *Nonverbaal*
 - Het horen van waarschuwingssignalen
 - Het horen en onderscheiden van informatieve signalen
 - Het onderscheiden van afwijkende geluiden van machines, bewerkingen, etc.
 - Het horen van de telefoonbel
 - Het horen van verkeer
 - Het onderscheiden van details in muziek
- *Richtinghoren*
 - Localisatie van sprekers in een groep
 - Localisatie van voertuigen op de werkplek
 - Localisatie van informatieve signalen
 - Ruimtelijke oriëntatie

6.3. 'Auditory demands': verzwaring door de akoestiek op de werkplek

Voor het auditief functioneren van de werknemer op de werkplek is uiteraard de akoestische omgeving waarin de slechthorende moet werken van groot belang. Deze omgeving wordt bepaald door de in de werkruimte aanwezige geluiden en door de akoestiek van de ruimte. Het geluid kan worden ingedeeld in gewenste en ongewenste signalen. Bij gewenste signalen gaat het in de eerste plaats om spraak en ten tweede om signalen die informatie geven over het productieproces of waarschuwen voor bepaalde gevaren. Bij ongewenste geluid ("ruis") denkt men al gauw aan lawaai van machines, zoals in industrie, transport en landbouw, maar ook het geroezemoes van anderen tijdens het voeren van een gesprek in gezelschap valt bijvoorbeeld onder deze categorie.

Of een werknemer in auditieve zin goed kan functioneren hangt af van het feit of hij de gewenste signalen (in voldoende mate) kan detecteren en discrimineren. Daarbij is in de eerste plaats de signaal-ruisverhouding van belang; de verhouding tussen het niveau van het gewenste en het niveau van het ongewenste geluid. Ten tweede is de vorm van het spectrum erg belangrijk. Signalen met verschillende spectra maskeren elkaar minder dan signalen met een identiek spectrum. Daarbij dient men er ook rekening mee te houden dat geluid met veel lage frequenties tevens geluiden met hogere frequenties kan maskeren ('upward spread of masking'). Ook de temporele structuur van signaal en ruis speelt een rol. Goedhorenden kunnen beter dan slechthorenden gebruik maken van de "stillere" periodes in variërende storruijs. Tenslotte is

het van belang in hoeverre het gewenste en het ongewenste signaal ruimtelijk van elkaar gescheiden zijn. Naarmate de spatiële scheiding tussen twee geluidsbronnen groter is zal het ook eenvoudiger zijn om ze perceptief te scheiden.

Ten aanzien van de laatste twee punten is ook de akoestiek van de ruimte belangrijk. Door galm wordt de temporele structuur van geluid versmeerd, waardoor de stillere periodes in stoorruis minder goed benut kunnen worden. Het ruimtelijk scheidend vermogen hangt vooral af van het feit of men zich in het directe of het indirecte veld van de geluidsbronnen bevindt. In ruimtes met een slechte akoestiek is het directe veld klein en zal men zich dus dicht bij de geluidsbronnen moeten bevinden om ze ruimtelijk te kunnen scheiden. De akoestiek hangt vooral samen met de grootte van de ruimte en de akoestische "hardheid" van de wanden, vloer en plafond en de in de ruimte aanwezige voorwerpen en/of mensen. De waar te nemen signalen hoeven overigens niet via de ruimte zelf tot de werknemer te komen. Het kan ook gaan om een gesprek via bijvoorbeeld een 'walkietalkie' of de telefoon.

Spraakverstaan is natuurlijk een belangrijk aspect van het auditief functioneren, waarbij onderscheid gemaakt kan worden tussen spraakverstaan in relatief rustige situaties en spraakverstaan in lawaaiige en/of galmende ruimten. Bij spraakverstaan hoeven we niet alleen te denken aan beroepen als manager of leraar, waarbij veel gecommuniceerd moet worden. Ook werknemers in een industriële omgeving zullen regelmatig moeten communiceren. Daarbij kan bijvoorbeeld gedacht worden aan het geven of ontvangen van instructies of het horen van waarschuwingen. Daarnaast speelt spraakverstaan een rol in meer sociale situaties, zoals tijdens de pauze in de kantine. Slechthorenden hebben meer moeite met spraakverstaan in lawaai dan gehoordorenden.

Er zijn verschillende modellen en rekenmethodes ontwikkeld die een voorspelling doen over de te verwachten spraakverstaanbaarheid in bepaalde akoestische omstandigheden. Eén van die methodes, gestandaardiseerd door de ANSI (ANSI 3.5, 1969), berust op de berekening van de articulatie-index (AI). De AI is één getal (tussen 0 en 1) dat direct gerelateerd is aan de verstaanbaarheid van spraak. Voor de berekening van de AI wordt het frequentiespectrum in 20 banden opgedeeld die allemaal evenveel bijdragen aan het spraakverstaan. Binnen elke band wordt vervolgens de effectieve signaal(spraak)-ruisverhouding (S/N_{eff}) bepaald. Daarbij wordt er rekening gehouden met het feit dat ruis niet alleen de spraak binnen dezelfde band, maar ook de spraak in hoger en lager gelegen banden kan maskeren. Alleen banden met een positieve S/N_{eff} dragen bij aan de AI. De AI wordt vervolgens berekend door de S/N_{eff} van alle banden te sommeren en te normaliseren. Uiteindelijk kan uit een grafiek worden afgeleid tot welk percentage spraakverstaan een bepaalde AI leidt.

In de praktijk zijn meestal geen meetgegevens beschikbaar van het geluid en de akoestiek op de werkplek. Alleen op werkplekken met veel lawaai worden regelmatig metingen verricht om te controleren of er in het kader van de

Arbowet aanvullende maatregelen nodig zijn, zoals het ter beschikking stellen van gehoorbescherming. Deze metingen betreffen echter alleen het vaststellen van het gemiddelde geluidsniveau (L_{eq}) in dB(A). In principe zijn natuurlijk ook andere belangrijke parameters met behulp van de juiste apparatuur te meten, zoals het spectrum van het lawaai of van eventueel te detecteren signalen en de akoestische eigenschappen van de werkomgeving. Op de uitvoering van de metingen zelf zal in het kader van dit rapport niet worden ingegaan. Tegenwoordig staat er een geïntegreerde meetmethode ter beschikking die de invloed van ruis en akoestiek op het spraakverstaan in één meting vastlegt: de Speech Transmission Index of STI-meting. Voor de voorspellingen ten aanzien van de detecteerbaarheid van signalen - anders dan spraak - zullen echter aparte metingen nodig blijven.

6.4. 'Auditory capacities': kwantificering van de auditieve restcapaciteit

Bij de detectie van signalen speelt de gehoordrempel een belangrijke rol. Voor de discriminatie en herkenning van geluiden gaat het er vooral om in hoeverre het gehoor nog in staat is om bovendrempelige signalen te analyseren. Het toevoegen van testen met bovendrempelige signalen is dan ook essentieel om de restcapaciteit van het slechthorende oor te kunnen vastleggen. Het is belangrijk te kunnen bepalen welke informatie wordt gemist en - ten behoeve van de revalidatie met hoortoestellen - waar mogelijkheden zijn om het verloren gegane aan te vullen.

Het spraakaudiogram is een standaard klinische test, waarmee het spraakverstaan individueel kan worden gemeten. Deze test geeft een indruk van het maximale discriminatievermogen van de slechthorende in stilte via een hoofdtelefoon. In de praktijk zullen slechthorenden echter bijna altijd moeten functioneren in een niet-stille omgeving waarbij de spraak van verschillende richtingen kan komen. Het is een bekend gegeven dat slechthorenden die nog een goed spraakaudiogram hebben, in een omgeving met slechte signaal-ruiscondities grote moeite kunnen hebben om iemand te verstaan. Daarom ligt het voor de hand dat een spraaktest in ruis een betere indicatie geeft van de mogelijkheden van de slechthorende dan een spraakaudiogram in stilte. Wordt deze test uitgevoerd in het vrije veld, dan is een extra voordeel dat het effect van het dragen van hoortoestellen of gehoorbeschermers kan worden meegenomen. In Nederland wordt binnen de Audiologische Centra gebruik gemaakt van de SRT-test volgens Plomp (1979). Omdat deze test op alle Audiologische Centra beschikbaar is en omdat er ruime ervaring mee is opgedaan, ligt het voor de hand de SRT-test tevens te gebruiken voor de validiteits-schattingen. Een tweede belangrijke reden is dat de SRT-test volgens Plomp gebruik maakt van spraakmateriaal (zinnen) dat meer aansluit bij de dagelijkse praktijk dan de losse woorden die gebruikt worden bij de standaard spraakaudiometrie.

Een bijzondere vorm van spraakverstaan is de communicatie per telefoon of

intercom. In zulke gevallen kan de spreker niet gezien worden en kan de slechthorende dus geen extra informatie halen uit spraakafzien of ondersteunende gebaren. Bovendien heeft een telefoon/intercom maar een beperkt frequentiebereik dat in combinatie met het gehoorverlies van de slechthorende een extra belemmering bij de communicatie kan vormen. Het zou dus nuttig kunnen zijn om de beschikking te hebben over een klinische "spraakverstaan per telefoon"-test waarmee de beperkingen van de slechthorende op dit gebied in kaart kunnen worden gebracht. Momenteel bestaat er geen gestandaardiseerde telefoontest. Van der Wilk (1991) beschrijft een test met een normaal verkrijgbaar PTT-toestel met een regelbare versterker. Met een dergelijke test kunnen de eventuele voordelen van extra hulpmiddelen (inclusief het gebruik van de luisterspoel van een hoortoestel) t.b.v. slechthorenden worden geëvalueerd.

Richtinghoren speelt een belangrijke rol bij het lokaliseren van geluidsbronnen. Een juiste localisatie is in directe zin vooral van belang in situaties waarin rijdende voertuigen op de werkvloer of in het verkeer gevaar kunnen opleveren. Meer indirect draagt het goed kunnen richtinghoren bij aan een groter gevoel van 'spatial awareness' (veiligheid), met name in situaties met veel verschillende geluidsbronnen. Is het richtinghoren verstoord dan vergroot dit, samen met het verminderd spraakverstaan in ruis, het gevoel van isolatie van de slechthorende. Ook uit de analyse van vragenlijsten die er op gericht waren om de problemen van slechthorenden in allerlei luistersituaties in kaart te brengen, blijkt dat de gerapporteerde problemen bij het spraakverstaan in ruis samenhangen met problemen bij het richtinghoren (Kramer 1995a, Noble 1995). Noble vond bovendien dat het spraakverstaan in een groep sterker gecorreleerd is met het richtinghoren dan met het verstaan in achtergrondruis. Dit impliceert dat richtinghoren ook van groot belang is in bijvoorbeeld een vergadering of in een klas bij een les-situatie.

Vaak blijkt er een aanzienlijke discrepantie te zijn tussen de auditieve 'demands' op basis van functie en taakstelling, gegeven de akoestiek, en de auditieve 'capacities' van de slechthorende. Dit geldt overigens ook soms voor normaalhorenden. Dit is met name het geval in sectoren waar storende lawaainiveaus heersen, zoals in de industrie (Hétu, 1994). Eén van de problemen bij veel achtergrondlawaai is de geringe dynamiek waarbinnen de informatieve en waarschuwingssignalen moeten blijven. Men mag ervan uitgaan dat het verschil tussen signaal en lawaai zo'n 12 à 15 dB moet zijn voor een succesvolle detectie en discriminatie. Telt men deze waarde op bij een lawaainiveau van 85 dB(A), waarbij de werknemers nog geen gehoorbescherming hoeven te dragen, dan komt men al snel in de buurt van de onaangename luidheidsdrempel voor goedgehoorden. In achtergrondlawaai gedraagt het goedgehoorende oor zich als een oor met 'recruitment' (een versnelde luidheidsopbouw). Ook bij tijdelijke drempelverschuivingen door langdurige blootstelling aan lawaainiveaus van 85 dB(A) of meer veranderen een aantal auditieve functies precies zoals dat bij veel slechthorenden permanent het geval is:

- *Verminderde frequentie-resolutie*
Het blijkt dat de auditieve filters zich verbreden bij hoge signaalniveaus. Uiteindelijk resulteert dit in een verhoging van de drempel voor detectie en discriminatie van signalen. Een ander niet onbelangrijk gevolg van de filterverbreding is dat vooral de maskerende werking van laagfrequent stoorlawaai groter worden ('upward spread of masking').
- *Verminderde temporele resolutie*
Wanneer het lawaainiveau op een werkplek onder de wettelijke grens van 85 dB(A) (binnenkort 80 dB(A)) blijft, wil dat nog niet zeggen dat de nagalm ook binnen redelijke grenzen blijft. In de industrie worden doorgaans galmtijden gevonden rond de 2,5 à 3 seconden met uitschieters tot 5 seconden voor ruimten met weinig absorptie. In ruimten met akoestisch reflecterende materialen zoals betegelde wanden zal de nagalm de waarneming van de temporele structuur van spraak en signalen ernstig verstoren.
- *Verminderde spatiële resolutie*
Akoestische signalen worden veel gebruikt als waarschuwing voor naderende voertuigen of voor naderende door een kraan verplaatste objecten op de werkplek. Net als bij signaalherkenning moet bij de localisatie van een geluidsbron het signaalniveau zo'n 15 dB boven het achtergrondlawaai liggen. In veel industriële werksituaties zal daardoor een voldoende luid waarschuwingssignaal al gauw in de buurt van de onaangename luidheidsdrempel liggen. De verminderde frequentie-resolutie, zoals hierboven reeds besproken maakt ook het lokaliseren van een geluidsbron moeilijker. In het algemeen kan men stellen dat door hoge lawaainiveaus op de werkplek de diepte van het auditieve veld erg klein wordt. De werknemer is zich alleen bewust van de zaken die direct om hem heen gebeuren. Bewegende voertuigen worden niet gehoord tot ze de directe omgeving van de werknemer binnenrijden en dan plotseling localiseerbaar worden. Door dit beperkte ruimtelijke bewustzijn ervaren werknemers een gebrek aan controle over hun omgeving, met als gevolg onzekerheid (schrikken) en een toegenomen kans op stress.
- *Overige auditieve eigenschappen*
Voor het spraakverstaan lijken parameters als de maximale discriminatiescore en de kritische S/R verhouding een belangrijke predictieve waarde voor het functioneren op de werkplek te hebben. Verder lijken binaurale functies van belang (overigens niet alleen het richtinghoren). Bij asymmetrie van de oren en/of eenzijdige hoortoestelaanpassingen zou geverifieerd moeten worden in hoeverre de oren elkaar nog aanvullen.

6.5. 'Auditory demands and capacities': het samenstellen van een profiel en het vergelijken met de benodigde auditieve (rest)capaciteiten

Het kan interessant zijn om voor een aantal beroepen een profiel op te stellen van de 'auditory demands' die binnen dat beroep relevant zijn. Deze algemene profielen zouden op basis van meer gedetailleerde gegevens kunnen worden verrijkt ter beoordeling van de individuele situatie.

De auditieve eisen binnen een taakstelling kunnen in mindere of meerdere mate worden verzwaard door de akoestische eigenschappen van de ruimte waarin wordt gewerkt. Per arbeidssituatie kan vervolgens een inschatting worden gemaakt voor de 'auditory capacity' die noodzakelijk is om te voldoen aan de 'auditory demands'.

De taak-gebonden auditieve eisen kunnen in een matrix worden uitgezet tegen de capaciteiten (zie ook tabel 6-1). Op deze manier wordt zeer gedetailleerd in kaart gebracht welke eisen bepaalde taken stellen aan het gehoor, mede gegeven het effect van omgevingslawaai en/of nagalm. Voor de situaties waar de auditieve eisen niet lijken te worden gehaald moet gezocht worden naar oplossingen om het auditief functioneren te verbeteren. Soms betekent dit individuele hulpmiddelen, soms aanpassing van de werkplek.

Auditief functieprofiel	extra gewicht		auditieve capaciteiten				
	i.v.m. lawaai	i.v.m. galm	toon- drempel	luidheids opbouw	spraak discr.	SRT- drempel	binaurale functies
Spraak, tweegesprek							
Spraak, 3 - 6 personen							
Vergadering							
Lezing (bijwonen)							
Lezing (geven)							
Instructies krijgen							
Telefoon/Intercom							
TV, radio, etc.							
Telefoonbel							
Waarschuwingssignalen							
Informatieve signalen							
Procesgeluiden							
Verkeer							
Muziek							
Localisatie sprekers							
Localisatie voertuigen							
Localisatie signalen							
Ruimtelijke oriëntatie							

tabel 6-1. Voorbeeld van een matrix waarin 'auditory demands' (taak- en omgevingsgebonden) worden gerelateerd aan (bijzondere) eisen te stellen aan de 'auditory capacities'. In geval van omgevingslawaai, resp. galm, kan de betreffende cel worden aangekruist als teken van verzwaaring van de auditieve taakeisen.

6.6. Maatregelen om het auditief functioneren te verbeteren

De maatregelen die getroffen worden kunnen betrekking hebben op de individuele slechthorende (hoortoestellen, hoortraining, e.d), op zijn werkplek (akoestiek, lichtsignalen), op zijn werkzaamheden (verandering van taken, roosteraanpassingen, etc.) en/of op de sociale ondersteuning. Dit hoofdstuk laat slechts een korte opsomming van maatregelen en de bijbehorende aandachtspunten toe. Voor ieder individueel geval en iedere situatie zal bekeken moeten worden welk effect van de genoemde maatregelen verwacht mag worden.

Hulpmiddelen voor de slechthorende werknemer

- Gehoorbeschermers

Bij het dragen van gehoorbeschermers kan een keuze worden gemaakt uit oordopjes, 'ear-plugs', individuele otoplastieken en kappen. Het is aan te bevelen om de voorlichting, keuze en begeleiding via de Arbodienst te laten verlopen vanwege de aanwezige expertise. De kappen kunnen in extreem hoge lawaainiveaus worden gecombineerd met oordopjes, 'earplugs' of otoplastieken. De verschillende typen gehoorbescherming onderscheiden zich o.a. in termen van dempingskarakteristiek, draagcomfort, bedieningsgemak, betrouwbaarheid, controleerbaarheid en kosten.

In termen van draagcomfort en betrouwbaarheid scoort de individuele otoplastiek hoog. Een groot voordeel van comfortabele gehoorbeschermers is dat dit naar verwachting de draagtijd bevordert. De percentuele draagtijd is uitermate kritisch voor de effectieve demping (zie figuur 3-3). Een aantal fabrikanten claimt dat hun gehoorbeschermers een niet-lineaire verzwakking geven als functie van het lawaainiveau. Er zijn echter geen gegevens aanwezig om deze claims te onderbouwen.

Verder kan men zich afvragen in hoeverre het hoortoestel tevens gebruikt kan worden als actieve gehoorbeschermers. Met de ontwikkelingen van enerzijds de (passieve) otoplastieken en anderzijds de mogelijkheden van signaalbewerking in (actieve) in-het-oor hoortoestellen is in technisch opzicht een brug geslagen die de fantasie kan prikkelen om tot nieuwe creatieve oplossingen te komen voor de slechthorende hoortoesteldrager, werkzaam in lawaai. Gezien de gevaren van overbelasting van het gehoor zouden alleen audiologen zich op dit terrein moeten begeven in nauwe samenspraak met de bedrijfsarts of Arbodienst.

- Hoortoestellen

In principe zal een hoortoestelaanpassing t.b.v. slechthorende werknemers niet anders verlopen dan voor andere slechthorenden. Dit betekent o.a. dat een hoortoestel in de meeste gevallen maar een partiële compensatie voor het gehoorverlies zal betekenen. Het positieve effect is in de regel groter in stilte

dan in lawaai. Maar niettemin betekent gebruik van één of bij een symmetrisch gehoorverlies bij voorkeur twee hoortoestellen voor veel slechthorenden een belangrijke verbetering in de communicatie. *Het is een wijd verbreide misvatting dat dit alleen zou gelden voor slechthorenden met een geleidingsverlies.*

Wel vraagt de selectie en aanpassing een proces van grote zorgvuldigheid en geduld. Op basis van het audiologisch onderzoek en in samenspraak met betrokkene zal een keuze worden gemaakt uit één of twee kasttoestellen, achter-het-oor-toestellen of in-het-oor-toestellen. Bij de definitieve keuze zijn ook de ervaringen tijdens één of meer proefperiodes met hoortoestellen van groot belang. Het spreekt voor zich dat voor de slechthorende werknemer extra aandacht wordt besteed aan telefoneren, vergaderen, richtinghoren, waarnemen van waarschuwingssignalen en communiceren in lawaai, althans voor zover dit relevant is voor het functioneren.

Hierbij is een aantal ontwikkelingen van bijzondere betekenis:

- Voor het reduceren van ongewenste geluidssignalen kunnen de achter-het-oor-toestellen worden voorzien van een *richting-gevoelige microfoon*. In verband met de geringe omvang van deze transducer is de richtinggevoelheid slechts gering, maar in ruimten met niet te veel nagalm kan deze microfoon enig effect sorteren.
- In een aantal hoortoestellen is een *anti-lawaaai schakeling* opgenomen, soms automatisch, soms in- en uitschakelbaar door de hoortoesteldrager.
- In *meer-programma-hoortoestellen* kunnen voor verschillende luistersituaties verschillende versterkingskarakteristieken in het toestel worden geprogrammeerd. Iedere luistersituatie stelt zijn eigen eisen en de slechthorende selecteert de instelling van zijn of haar keuze. Naast het regelen van de versterking blijkt het zinvol dat de slechthorende op deze wijze ook een aantal andere parameters van het hoortoestel kan beïnvloeden, zoals de frequentiekarakteristiek, de begrenzing en de mate van compressie. Op deze wijze kan de verminderde flexibiliteit van het pathologisch gehoor worden gecompenseerd door vergrote flexibiliteit van het hoortoestel.
- Voor het gebruik van 'assistive listening devices' moet in veel gevallen een koppeling met het hoortoestel tot stand worden gebracht. Hiertoe is een aansluitmogelijkheid op het hoortoestel belangrijk, bij voorkeur een zogenaamde *audio-input* en/of een goede *ringleidingspoel*.
- Soms kan het zinvol zijn een *extra microfoon* op het hoortoestel aan te sluiten om de signaal-ruisverhouding te verbeteren door afname van de afstand tussen spreker en microfoon.
- Voor slechthorenden met één niet afsluitbaar of niet revalideerbaar oor kan een *CROS of biCROS* hoortoestel het geluid van de niet-geprothetiseerde kant opvangen. Vooral in vergadersituaties kan hiervan veel baat worden ondervonden.

- *Assistive listening devices*'

Er zijn veel andere auditieve hulpmiddelen naast het hoortoestel. Deze zijn voor de Nederlandse markt voor het laatst geïnventariseerd in 1990 (Effathagids 'technische hulpmiddelen voor auditief gehandicapten', 1990). Deze gids onderscheidt:

- Systemen voor alarmering en signalering
 - deurbel- en/of telefoonbelsignalering
 - weksystemen
 - akoestische schakelaars (bijv. t.b.v. baby-alarm)
 - signaleringssystemen met centrale
 - draadloze signaleringssystemen
- Alarmering/signalering met informatie-overdracht
 - ringleiding, gecombineerd met huisbel- of telefoonbelsignalering
- Informatie-overdrachtsystemen
 - persoonsgebonden ringleidingsystemen
 - ruimte-gebonden ringleidingsystemen
 - infra-rood overdrachtsystemen
 - teletekst converters
 - viewdata systemen
 - extra luidsprekers
- Communicatiesystemen
 - telefoonversterkers
 - teksttelefoons/beeldtelefoons
 - communicatiesystemen met display of printer/fax
 - geluidsversterkende hulpmiddelen
 - solo-apparatuur
- Overige systemen
 - deurbel-video systemen
 - "hoor" hond
 - stethoscoop met versterker

Het aanbod van dergelijke hulpmiddelen is sterk wisselend en de markt is erg versnipperd, zodat het moeilijk is een 'up-to-date' overzicht te hebben van de mogelijkheden. Verder zal voor het individuele geval een slimme combinatie van mogelijkheden moeten worden gezocht, waarbij auditieve informatie soms akoestisch, soms visueel en soms via trilling wordt overgedragen. Een aardig inzicht in de werkelijk toegepaste hulpmiddelen geeft het onderzoek van Van der Wilk (1991). Het zou goed zijn wanneer elke Arbodienst beschikte over één of meer Arbodeskundigen, die zich op de hoogte blijven stellen van de ontwikkelingen op dit gebied.

Maatregelen op de werkplek t.b.v. de slechthorende

- *Akoestische aanpassingen op de werkplek*

Zo nodig kan met behulp van metingen de lawaaibelasting op de werkplek

worden bepaald of kunnen er adviezen worden gegeven om de akoestiek te verbeteren. Niet zelden kunnen verbeteringen in de akoestiek (absorptie, isolatie) er toe bijdragen dat de slechthorende kan blijven functioneren in de arbeidssituatie. De Arbodienst kan hierbij behulpzaam zijn.

- *Niet-akoestische aanpassingen op de werkplek*

Een aantal van de voorzieningen uit de lijst van 'assistive listening devices' zijn werkplek gebonden, bijvoorbeeld voorzieningen voor de telefoon, ringleiding, versterking van waarschuwingsgeluiden en/of visualisering daarvan (flitslamp), etc.

Het verdient aanbeveling bovengenoemde lijst na te lopen, zowel vanuit de optiek van de aanpassingen aan de individuele slechthorende werknemer als vanuit de optiek van mogelijke aanpassingen van de werkplek.

Voor de meeste slechthorenden zal de technische benadering, gericht op een optimaal herstel van de hoorfunctie, dienen samen te gaan met een sociale benadering, gericht op een optimale integratie in het sociale verkeer. Het is van belang te onderkennen, dat de psycho-sociale beleving van de slechthorende ook in hoge mate de terugkoppeling kan beïnvloeden, die essentieel is voor een goede technische revalidatie. Deze visie op revalidatie bepaalt de wijze van werken binnen een Audiologisch Centrum. Door een multi-disciplinaire aanpak in teamverband probeert men hier vorm te geven aan diverse vormen van begeleiding (Kapteyn e.a., 1988). Binnen Audiologische Centra wordt een breed samengesteld pakket van begeleidingsactiviteiten aangeboden om de slechthorende ook op dit punt zo goed mogelijk van dienst te zijn.

6.7. Voorspellingen van de effecten m.b.v. een Expert System

Indien mogelijk zou objectief moeten worden nagegaan welke maatregelen er mogelijk zijn om de problemen van de slechthorende op de werkplek te verminderen. De keuze welke maatregelen uiteindelijk genomen dienen te worden zal van een groot aantal factoren afhangen. Daarbij kan bijvoorbeeld gedacht worden aan: de verwachte mate van vermindering van de problemen, de technische en financiële haalbaarheid van de maatregelen en aan de bereidheid tot medewerking van werknemer en werkgever. In dit hoofdstuk zullen we ons beperken tot de vraag hoe op grond van audiologische en akoestische gegevens de auditieve problemen van de slechthorende gekwantificeerd kunnen worden en hoe we het effect van technische maatregelen kunnen voorspellen. Een expert systeem, zoals het nu te bespreken *Audio Expert System of AES*, is daarbij een essentieel hulpmiddel en kan dus een belangrijke rol spelen bij schatting van de validiteit en het effect van te nemen maatregelen. Het AES is een computerprogramma dat ontwikkeld wordt bij TNO-TM in Soesterberg (Bronkhorst, 1993). Met behulp van het AES kunnen voorspellingen worden gedaan over het auditief functioneren van werknemers op de werkplek. Hoewel het systeem in eerste instantie is opgezet als ondersteuning bij de beoorde-

ling van de auditieve geschiktheid van slechthorende werknemers, kan het ook worden ingezet voor goedgehoorde werknemers. Eerder is immers beschreven dat de akoestische omstandigheden in grote delen van de industrie ook voor goedgehoorden vaak verre van optimaal zijn. Daarom kan het AES ook voor deze groep nuttig zijn bij de beoordeling van de vraag of aan de "auditory demands" op een bepaalde werkplek - gegeven de akoestische omstandigheden en het eventueel dragen van gehoorbescherming - kan worden voldaan, gegeven de capaciteiten van het normale of slechthorende gehoor.

Het AES onderscheidt momenteel drie auditieve functies die op de werkplek een kritische rol spelen: spraakverstaan, signaaldetectie en richtinghoren. Om voorspellingen te kunnen doen dient het AES met vier categorieën gegevens te worden gevoed: audiologische gegevens van de werknemer, akoestische gegevens van de werkplek, informatie over eventueel te detecteren signalen en verzwakkings-/versterkingskarakteristieken van eventueel te dragen gehoorbescherming of hoortoestellen. De gegevens kunnen op verschillende niveaus van nauwkeurigheid worden aangeleverd, afhankelijk van het soort informatie dat de gebruiker van het expertsysteem ter beschikking staat. Hieronder zal in het kort worden aangegeven welke gegevens voor elk van deze vier categorieën minimaal nodig zijn en hoe de berekeningen van het AES nauwkeuriger kunnen worden door gebruik te maken van extra informatie over de slechthorende en de werkplek.

- *Audiologische gegevens*

Van de audiologische gegevens is in ieder geval een toonaudiogram noodzakelijk. Met behulp van de procedure van Pavlovic in het STI-model kan het effect van slechthorenheid worden gemodelleerd door uit de toonaudiometrisch verlies de "interne" ruisniveaus in de kritieke banden te berekenen. Op grond daarvan kan met behulp van het STI-model een voorspelling worden gedaan over het spraakverstaan in stilte en in ruis. Wanneer ook de resultaten van de SRT-test volgens Plomp (in stilte en in ruis) bekend zijn kan de STI-berekening worden gecorrigeerd door de coëfficiënten van Pavlovic - die in eerste instantie zijn afgeleid van de "gemiddelde" slechthorende - aan te passen aan de individuele slechthorende. Hierdoor worden de voorspellingen van het AES nauwkeuriger.

- *Akoestische gegevens*

Wat betreft de akoestische gegevens moet het AES minimaal gevoed worden met informatie over het volume van de ruimte waar de slechthorende werkt en de aard van de bekleding van wanden, vloer en plafond. Uit deze gegevens berekent het AES de galmtijd. Daarnaast dient het gemiddelde omgevingslawaai-niveau in dB(A) bekend te zijn, evenals een indicatie van het soort lawaai. Het expertsysteem bezit een database met verschillende soorten lawaai waaruit dan vervolgens een schatting kan worden gemaakt van het lawaaispectrum. De voorspellingen van het AES kunnen weer nauwkeuriger worden gemaakt wanneer het systeem gevoed wordt met metingen van de galmtijd en van het lawaaispectrum, die op de werkplek zelf zijn uitgevoerd.

- *Gegevens van hoortoestellen en gehoorbeschermers*
Als de slechthorende werknemer hoortoestellen of gehoorbeschermers draagt, dient tevens de (in-het-oor) versterkings- respectievelijk verzwakingskarakteristiek van deze voorzieningen bekend te zijn. Als eerste benadering kan hierbij gebruik worden gemaakt van bestaande database bestanden zoals OBLX, waarin de electro-akoestische eigenschappen van hoortoestellen zijn opgeslagen. De nauwkeurigheid van de berekeningen van het AES kan vergroot worden door bij de slechthorende door middel van een insertion-gain meting de daadwerkelijke versterking of verzwakking van het hoortoestel, resp. gehoorbeschermers te meten.

- *Gegevens van te detecteren signalen*
Ten aanzien van de detecteerbaarheid van signalen op de werkplek heeft het AES informatie nodig over het niveau en het spectrum van de te detecteren signalen. Net als bij het spectrum van het stoorniveau kan deze informatie worden verkregen uit een database van karakteristieke auditieve waarschuwings- en informatieve signalen. De nauwkeurigheid van de berekeningen kan opnieuw worden vergroot door op de werkplek zelf deze karakteristieken te meten.

Met behulp van deze informatie kan het AES voorspellingen doen omtrent de kwaliteit van:

- het spraakverstaan
- de detecteerbaarheid van signalen op de werkplek
- het richtinghoren.

Deze voorspellingen kunnen allereerst dienst doen om een schatting te maken voor de (rest)validiteit ten behoeve van het auditief functioneren op het werk. Maar tevens zullen de AES-voorspellingen ons behulpzaam kunnen zijn bij het evalueren van de effecten van bepaalde maatregelen of bij het optimaliseren van de te nemen maatregelen, bijvoorbeeld t.a.v. de aanpassing van de akoestiek of de keuze van het hoortoestel.

Hoofdstuk 7

Validiteitsbeoordeling op grond van vragenlijst en testbatterij

T.S. Kapteyn
S.E. Kramer

KNO - Audiologie
Academisch Ziekenhuis Vrije Universiteit
Amsterdam

7.1. Inleiding	91
7.2. Inventarisatie van problemen van slechthorende werknemers	94
7.3. Onderzoek gericht op het zelf beleven van slechthorendheid	96
7.4. Het samenstellen van een efficiënte testbatterij	99
7.5. De ervaren hinder ten gevolge van een beperking in het auditief functioneren.	101
7.6 Het toepassen van het algemene model in de individuele situatie.	104
7.7 Samenvatting en doelstelling	106

7.1. Inleiding

Ieder mens krijgt vanuit de omgeving een doorlopende stroom van informatie en een groot deel daarvan wordt in de vorm van geluid aangeboden. Vaak worden aanwijzingen, opdrachten en waarschuwingen mondeling of met andere geluidssignalen gegeven. In deze geluidscommunicatie wordt uiteraard een appèl gedaan op het gehoor. Slechthorendheid is dan ook een beperking voor het functioneren in de situaties van alle dag. Het moeten beoordelen in welke mate de slechthorendheid een beperking vormt is echter een complexe opdracht die wel aangeduid wordt als *validiteitsschatting van het gehoor*. Validiteit wordt daarmee gebruikt in de betekenis bruikbaarheid, geschiktheid. Een overweging is dan "Welke geschiktheid waarvoor en onder welke omstandigheden?" De formulering van deze vraag maakt dat bij het zoeken naar een antwoord welhaast vanzelf gedacht wordt aan een werksituatie waarin al of niet goed kan worden gefunctioneerd. Hierbij spelen dan de eisen die vanuit die situatie gesteld worden een grote rol. Er is echter een wat andere vorm van validiteitsschatting, namelijk wanneer er na een incident een gehoorbeschadiging is opgetreden en in het kader daarvan een schadevergoeding of smartegeldregeling aan de orde is. De vraag is dan in welke mate het gehoor een vermindering heeft opgelopen ten aanzien van het kunnen functioneren in de praktijk van alle dag. Een belangrijk aspect is welke eisen er normaliter aan het gehoor gesteld worden in het dagelijks leven, waar een werksituatie al of niet deel van uitmaakt. Heel fundamenteel is de keus voor het uitgangspunt of men het auditief functioneren beoordeelt zoals dat op dat

moment manifest is zonder hulpmiddelen of dat men de situatie beoordeelt waarin het auditief functioneren door hulpmiddelen en training optimaal is gemaakt. In het voorgaande hoofdstuk is aan dit onderwerp al aandacht besteed.

In Nederland is de basis van de validiteitsschatting geformuleerd in het rapport van Hammelburg "Validiteitsschatting van het gehoor" dat in 1966 aan de leden van de KNO-vereniging werd gepresenteerd. Hammelburg schrijft in de inleiding dat iedereen bij het volgen van een keuring of expertise beoordeling van het gehoor principieel het volgende schema dient te volgen:

- a. Het beschouwen van de persoon over wie een oordeel wordt gevraagd: anamnese, mogelijke oorzaak van de slechthorendheid met speciaal aandacht voor aggraving, lawaai-belasting, trauma en de prognose.
- b. Meten van het gehoorverlies vooral gericht op het verstaan van spraak.
- c. Het waarderen van de (in)validiteit of arbeids(on)geschiktheid zoals gevraagd door de betrokken instantie. Hij wijst hierbij op het belang van de formulering van deze waardering met het oog op de instantie die er om vraagt.

In de inleiding wordt het spraakverstaan als belangrijkste item genoemd maar na een bespreking van allerlei testmethoden, inclusief spraakverstaan in ruis volgens de methode Kruijzinga (1955), wordt uiteindelijk het resultaat van het toonaudiometrisch onderzoek, als zijnde een handzame, betrouwbare en reproduceerbare meting van het gehoorverlies, acceptabel geacht om als basis voor de validiteitsschatting gebruikt te worden. Per oor wordt een hoorindex berekend, zijnde het gemiddelde van de verschuivingen van de hoordrempel bij 500, 1000 en 2000 Hz. Het totale percentage gehoorverlies wordt verkregen door een achtste deel te nemen van de som van zevenmaal de hoorindex van het betere oor en eenmaal de index van het slechtere oor.

In feite is de Amerikaanse norm voor verminderde validiteit ten gevolge van gehoorverlies op dezelfde leest geschoeid. Dit geldt ook voor de Britse standaard. In Duitsland wordt, onder invloed van Feldmann, het spraakverstaan als belangrijk gegeven meegenomen.

Met Hammelburg kan men bedenkingen hebben om een validiteitsschatting vrijwel geheel op het toonaudiometrisch onderzoek te baseren. Het toonaudiogram registreert de gevoeligheid van het oor maar niet het onderscheidingsvermogen of de mate van het kunnen bijdragen aan de geluidscommunicatie. In de internationale literatuur is deze eenzijdigheid uiteraard wel onderkend, maar tot op heden is er geen betere d.w.z. vollediger beoordelingsmethode aangereikt. Een moeilijkheid is dat er wel diverse hoorfuncties onderscheiden kunnen worden maar dat het geen van elkaar onafhankelijke indicatoren zijn. Bovendien is het meten van een disfunctioneren van het gehoor ten aanzien van een bepaalde hoorfunctie vaak niet zo eenvoudig.

En zelfs wanneer het al zou lukken een in brede kring acceptabel meetprotocol te ontwikkelen dan zou daarmee nog niet te meten zijn hoe belangrijk elk van de onderscheiden hoorfuncties is voor het functioneren in een bepaalde situatie. Anders gezegd: welk gewicht moet aan elk van de onderscheiden hoorfuncties worden toegekend betreffende het functioneren in een bepaalde situatie?

Bij validiteitsschattingen zijn in feite enkele wezenlijk verschillende zaken aan de orde:

- In de eerste plaats moet het afwijkend functioneren van het gehoor gekarakteriseerd worden. Populair gezegd: hoe kapot is het gehoor of ook hoe belastbaar is het gehoor? Wat zijn de resterende capaciteiten? In die beoordeling zou rekening gehouden dienen te worden met de in het voorgaande hoofdstuk 5 onderscheiden hoorfuncties in de geluidsperceptie.
- In de tweede plaats moet beoordeeld worden in welke mate (in de aan de orde zijnde luistersituatie) een beroep gedaan wordt op de verschillende aspecten van de geluidswaarneming. Populair gezegd: Wat zijn de eisen die de omgeving stelt, de 'demands', de belastende factoren (Van Dijk, 1990), wat is de externe belasting van het auditief functioneren? Het gaat hierbij niet alleen om het waarnemen en goed interpreteren van de geluidssignalen maar ook om de gevolgen die een niet goed verstaan kunnen hebben.
- In de derde plaats moet overwogen worden in welke mate de slechthorende zich (extra) inspanning moet getroosten om goed te functioneren (cognitieve aspecten).
- In de vierde plaats moet overwogen worden over welke compenserende mogelijkheden de slechthorende beschikt op grond van bekendheid met de voorkomende situaties door scholing en ervaring, of ondersteuning door anderen of door hulpmiddelen, of door te treffen voorzieningen op de werkplek, etc. Ook persoonlijke eigenschappen spelen hier een belangrijke rol zoals intelligentie, associatievermogen, 'coping style', concentratie, stressbestendigheid e.d.

Uit deze inleiding moge blijken dat validiteitsschatting een complexe activiteit is. Zoals in hoofdstuk 2 is besproken zijn er in diverse landen verschillende procedures ontwikkeld, veelal gebaseerd op het toonaudiogram en dus op de (verminderde) gevoeligheid van het gehoor. Andere aspecten van de geluidsperceptie worden dan wel meegenomen, maar meestal niet volgens een vast protocol noch op basis van gewogen objectieve meetgegevens.

Een mogelijkheid om een inzicht verdiepend onderzoek gefinancierd te krijgen deed zich voor in 1986. In aansluiting op een symposium betreffende de gevolgen van het in werking treden van de Wet Arbeid Gehandicapte Werknemers (WAGW) dat jaar bleek het Algemeen Arbeidsongeschiktheidsfonds bereid financiële steun te geven voor een onderzoeksproject gericht op de problematiek van slechthorende werknemers in de arbeidssituatie. Dit onderzoek is uitgevoerd met medewerking van de KNO-artsen in Nederland. De resultaten ervan zijn de basis geweest voor een andere dan tot dan toe gebruikelijke benadering van de problematiek rond de validiteitsschatting. Deze benadering kon nader uitgewerkt worden in het kader van het lustrum project van het Heinsius-Houbolt Fonds "Validiteitsschatting van het (niet goed functionerende) gehoor". In dit hoofdstuk wordt op grond van de uitkomsten van deze onderzoeken de ontwikkeling van een model voor een bredere benadering van de validiteitsschatting beschreven.

7.2. Inventarisatie van problemen van slechthorende werknemers

Om inzicht te krijgen in de problemen die slechthorende werknemers onderkennen in de werksituatie zijn in 1987 alle Nederlandse KNO-artsen benaderd met het verzoek werkende personen, die vanwege klachten over slecht horen hun spreekuur bezochten, te vragen mee te werken aan een onderzoek. Van de 312 reagerende slechthorenden is door middel van een vragenlijst met 45 items informatie gevraagd en door 256 personen (response 82%) is de lijst ingevuld geretourneerd.

De gevraagde informatie betrof het beroep, de werkplek, de aard van de werkzaamheden, het lawaainiveau op het werk, de (subjectieve) mate van slechthorendheid, en de ernst van de problemen op het werk in een aantal aangegeven situaties. Zeven vragen hadden betrekking op geluidswaarneming zoals het waarnemen van informatiedragende geluiden, het kunnen localiseren van een geluidsbron en het goed kunnen verstaan van spraak in verschillende werksituaties. Daarnaast waren zeven vragen opgenomen over het participeren in sociale activiteiten in de werksituatie, het opleidingsniveau en het al of niet aanwezig zijn van voorzieningen en getroffen preventieve maatregelen om de werksituatie te verbeteren (Van der Wilk, 1990). Voor het beantwoorden van de meeste vragen kon een keus gemaakt worden uit vier mogelijkheden: goed, voldoende, onvoldoende, slecht.

Tijdens het onderzoek is door de begeleidingscommissie gevraagd in de beschouwing ook afgekeurden te betrekken bij wie slechthorendheid was opgevoerd als belangrijkste of als bijkomende reden van afkeuring. Totaal konden in samenwerking met de GMD's 210 dossiers worden opgespoord. Aan de desbetreffende personen is door de GMD de vragenlijst toegestuurd zoals gebruikt bij de slechthorende werkenden, met toevoeging van enkele gerichte vragen over het functioneren ten tijde van de afkeuring. Van deze lijsten werden 147 ingevuld teruggestuurd (response 70%). Bij analyse van de verkregen informatie bleek dat de nog werkenden en de (soms gedeeltelijk) afgekeurden dezelfde problemen naar voren brachten maar dat deze bij de afgekeurden in ernstiger mate voorkwamen dan bij de werkenden.

De belangrijkste knelpunten bleken te liggen op het gebied van de geluidscommunicatie en te clusteren rond vijf factoren:

1. problemen bij het voeren van gesprekken in lawaai;
2. in mindere mate ook in stilte;
3. het slecht kunnen bepalen uit welke richting een geluid komt;
4. het niet kunnen waarnemen van waarschuwingssignalen;
5. problemen betreffende het correct herkennen en interpreteren van wel gehoorde geluiden.

Daarnaast werden als niet direct auditieve klachten naar voren gebracht: concentratieproblemen, hoofdpijn, vermoeidheid en problemen op sociaal gebied (met collega's en werkgever). Het deelnemen aan informele gesprekken in de werksituatie en tijdens de pauze bleek een belangrijk knelpunt te zijn voor ruim de helft van de respondenten. Voor de deelgroep ernstig slechthorenden lag het percentage zelfs rond de 70% net als voor de personen die vanwege

slechthorendheid waren afgekeurd (Van der Wilk, 1991). Deze gegevens ondersteunen de bevinding van hulpverleners dat slechthorenden zich meer moeten inspannen om deel te nemen in de geluidscommunicatie en daardoor eerder uitgeput zijn (Kramer et al., 1997a). Dit pleit er voor om slechthorendheid te beschouwen als een handicap in de betekenis "vanuit een nadelige positie net zo goed moeten presteren als een goedgehoorde". De extra vereiste inspanning of, anders geformuleerd, de grotere belasting in de werksituatie zou een argument kunnen zijn voor een compensatie in de vorm van een kortere werkdag of een verlaging van de gevraagde prestatie in 8 uur of andere vergelijkbare voorzieningen.

Een tweede onderdeel van deze studie betrof het in kaart brengen van de akoestische omstandigheden waaronder de desbetreffende werknemer moest functioneren. Hierbij valt in de eerste plaats te denken aan het omgevingslawaai (qua niveau en qua spectrum) en aan de galm in de werkruimte. Deze fysische factoren kunnen goed vastgesteld worden door het bepalen van de Speech Transmission Index (de STI) op de werklocatie. Deze meetmethode is in hoofdstuk 6.3 van deze bundel besproken.

Het doel van dit deel van het onderzoek was vast te stellen in welke mate de klachten van een werknemer mogelijk veroorzaakt zijn door ongunstige akoestische omstandigheden op de werkplek. Om daarover een uitspraak te kunnen doen was het nodig een norm te definiëren voor een luistersituatie die een individuele luisteraar nodig heeft om zonder extreme inspanning geluidsbodschappen te kunnen verstaan. In dit onderzoek is men er van uitgegaan dat daarvoor het signaal ten minste 3 dB méér boven het lawaai uit moet komen dan het geval is in de kritische signaalruisverhouding waarbij de individuele luisteraar net 50% van de aangeboden korte zinnen geheel correct kan verstaan (SRT-N). Uitgaande van deze individuele waarde (SRT-N + 3 dB) is voor de desbetreffende (slechthorende) luisteraar berekend wat de voor hem minimaal vereiste STI-waarde in de werksituatie zou moeten zijn (Inmiddels is uit het onderzoek gebleken dat deze waarde voor ernstig slechthorenden hoger dient te zijn (Kramer et al., 1997a)). Vervolgens is deze waarde vergeleken met de op de werkplek gemeten STI-waarde. In een onderzoeksgroep van 48 slechthorende werkenden kon bij 41 personen (85%) op deze wijze verklaard worden dat er al of niet problemen met spraakverstaan in de werksituatie ondervonden werden. Onder de 7 resterende personen zijn er 3 die niet klagen terwijl dat op grond van de metingen wel te verwachten was. Bij hen was de mate en het belang van communicatie in de werksituatie gering en had er weinig interactie plaats tussen de werknemers onderling. Bij 2 personen leken de klachten als gepresenteerd in de vragenlijst overtrokken en bij het afnemen van de hoortesten aggraveerden zij. Bij één slechthorende werden de klachten veroorzaakt door akoestische omstandigheden in één werksituatie waarin hij een gedeelte van de werktijd verkeerde. Eén persoon toonde bij het afnemen van de hoortesten een gebrekkig inzicht in eigen functioneren. Wellicht hierdoor was op grond van de gegeven antwoorden in de vragenlijst een wel erg gunstig beeld ontstaan (Van der Wilk, 1991).

Als conclusie van dit deelonderzoek komt naar voren dat de combinatie van

de STI-meting en het meten van het spraakverstaan in ruis (SRT-N) geschikt blijkt te zijn om te beoordelen of een slechthorende wat betreft het spraakverstaan in een werksituatie kan functioneren. De vraag is echter of de beperkingen van het auditief functioneren op andere gebieden dan het spraakverstaan objectief in kaart gebracht kunnen worden.

7.3. Onderzoek gericht op het zelf beleven van slechthorendheid

Dankzij een lustrumproject van het Heinsius-Houbolt Fonds is het mogelijk geworden projectmatig nader aandacht te besteden aan de vraagstelling in welke mate een slechthorende moeilijkheden ondervindt in alledaagse situaties. In dit onderzoek is uitgegaan van de slechthorenden zelf:

- Welke problemen worden ervaren ten gevolge van de slechthorendheid?
- Zijn die problemen met een beperkt aantal factoren te beschrijven?

De dan volgende vraag is of het functioneren van het te beoordelen gehoor ten aanzien van deze factoren met een beperkt aantal psychofysische testen adequaat kan worden gemeten.

Om informatie van slechthorenden te verkrijgen over de ervaren problemen is een vragenlijst ontwikkeld (Kramer, 1995, zie *bijlage 5*). Op grond van het boven besproken onderzoek en gesprekken met slechthorenden en hulpverleners werden zes aspecten van de geluidspereceptie onderscheiden: het kunnen waarnemen van (zachte) geluiden, het kunnen onderscheiden van geluiden, het verstaan in stilte, het verstaan in lawaai, richtinghoren en als laatste het beluisteren van muziek. Voor elk van deze aspecten zijn vijf vragen geformuleerd, totaal 30 vragen (items) alle betrekking hebbend op alledaagse luistersituaties.

Op elke vraag moest op een vier-puntsschaal worden aangegeven of men in de betreffende situatie moeite had met horen: *bijna nooit, soms, vaak, bijna altijd*. Wanneer men aangaf vaak of bijna altijd moeite te hebben in die situatie moest men vervolgens invullen of men dat dan als hinderlijk beleefde, weer in een vier-puntsschaal: *nee, een beetje, erg, heel erg*.

De lijst van 30 items met nog enkele vragen van meer algemene aard is toegestuurd aan 541 niet geselecteerde slechthorenden waaronder de personen die hadden deelgenomen aan het eerder besproken onderzoek met slechthorende werkenden. De opdracht was de vragen te beantwoorden overeenkomstig de dagelijkse ervaringen in de desbetreffende situatie eventueel met gebruik van hoortoestellen. Als men bij de beoordeling uitging van horen met een hoortoestel moest dit bij elk item afzonderlijk worden aangegeven.

Op de gegevens van de eerste 274 terugontvangen ingevulde vragenlijsten is een factor analyse uitgevoerd. Dit leverde als resultaat dat 28 items clusteren om vijf *hoorfactoren* (elk met een 'eigenvalue' groter dan één). Eén factor bestaat uit 8 items, de andere factoren uit 5 items. Eén vraag blijkt een zelfstandig aspect te signaleren. Dit betreft het ondervinden van hinder van harde geluiden. In de factoranalyse kon die ene vraag niet als zelfstandige grootheid met een eigenvalue worden gedetermineerd, maar in deze beschouwing wordt

deze vraag als zesde factor meegenomen. Eén vraag blijkt geen consistente informatie aan te reiken.

De samenhang van de items binnen een factor wordt in de uitgevoerde analyse uitgedrukt in de (Chrombach's) Alpha-waarde die maximaal 1.0 kan zijn.

factor	N	alpha
onderscheiden van geluiden en geluidskwaliteit	8	.89
verstaan in lawaai	5	.88
richtinghoren	5	.81
verstaan in stilte	5	.85
het waarnemen van informatie gevende geluiden	5	.77
last van hard geluid	1	-

tabel 7-1. De homogeniteit van de items binnen de onderscheiden hoorfactoren.

De zes factoren tezamen verklaren 61% van de totale variantie.

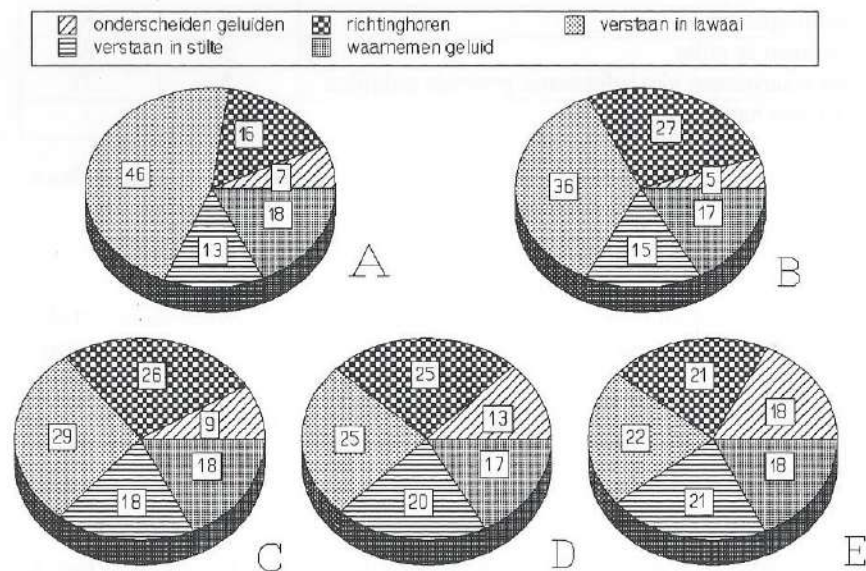
De conclusie uit dit deel van het onderzoek is dat de problemen die in 30 alledaagse situaties optreden ten gevolge van slecht horen met zes hoorfactoren goed te beschrijven zijn. Omdat bij het selecteren van deze 30 situaties zorgvuldig gebruik gemaakt is van ervaringen van slechthorenden en hulpverleners teneinde een representatief beeld te verkrijgen is de kans erg klein dat bij gebruik van deze zes factoren nog andere substantiële factoren worden gemist.

Het beschrijven van de beperkingen als gevolg van slechthorendheid met de onderscheiden hoorfactoren kan de basis vormen voor een model voor validiteitsschatting. Hierbij dient echter bedacht te worden dat de bovenstaande analyse betrekking heeft op de gegevens van een populatie van zeer divergente slechthorenden en dat een validiteitsschatting betrekking heeft op een individuele slechthorende. Een voorwaarde voor het maken van een model is dat het vóórkomen van de hoorfactoren niet afhankelijk is van de mate van het gehoorverlies. Het zou immers kunnen zijn dat bij een geringe mate van slechthorendheid vooral één van de factoren domineert en bij een ernstig gehoorverlies een ander factor. Ook zou het kunnen zijn dat enkele van de gestelde vragen in buitensporige mate het vóórkomen van een hoorfactor bepalen en daarmee de uitkomst van de analyse op ongewenste wijze hebben beïnvloed.

Om hierover inzicht te krijgen is de populatie van de slechthorenden ingedeeld in vijf klassen (Kramer, 1997b). Het criterium van indeling was bij hoeveel van de 28 items de respondent had aangegeven in de desbetreffende situatie een ernstig of zeer ernstig probleem te ervaren. Vijf klassen werden onderscheiden: A) 1 tot 5 items (n=25), B) 6 tot 10 items (n=43), C) 11 tot 15 items (n=50), D) 16 tot 20 items (n=68) en E) 21 tot 28 items (n=53).

Uit *figuur 7-1* blijkt dat bij de slechthorenden die slechts bij 1 tot 5 van de items een probleem aangaven alle vijf factoren al voorkomen, zij het dat ver-

staan in lawaai het meest manifeste knelpunt blijkt te zijn. In klasse B die bij 6 tot 10 van de items problemen aangeven komt het niet kunnen richtinghoren sterk naar voren. Naarmate er in meer situaties problemen worden aangegeven groeit de verdeling naar de eindsituatie waarin bij bijna alle 28 situaties problemen worden ervaren en de parten dus alle naar 20% zullen groeien. Opmerkelijk is dat de items van de factor "onderscheiden van geluiden" als laatste allemaal een probleem gaan signaleren.



figuur 7-1. Het voorkomen van de hoorfactoren als functie van het aantal signalerende items.

In de tweede plaats is nagegaan of, ondanks de homogeniteit van de items binnen de factoren (de alphawaarden in tabel 7-1), het resultaat van de analyse niet beïnvloed is doordat enkele items uitzonderlijk sterk een probleem signaleren. Daardoor zou de uitkomst van de analyse sterk beïnvloed kunnen worden door enkele vragen. Met het oog hierop is per factor de verdeling van de gesignaleerde problemen over de items bekeken als functie van het totaal aantal probleem- signalerende items in die factor. De deelpopulatie groep 1 is samengesteld uit personen die slechts 1 signalerend item per factor aangaven, in groep 2 mensen met twee signalerende items en zo tot groep 5 (Kramer et al., 1997b).

Het blijkt dat vrijwel alle items binnen een factor globaal eenzelfde scoring vertonen. De vragen binnen een factor zijn kennelijk in grote mate gelijkwaardig. Er zijn zeven luistersituaties die óf wat gemakkelijker óf wat moeilijker zijn dan de andere. In de situaties als aangegeven met item 9, 10 en 12 wordt meteen al een concentratie van het (geringe) aantal problemen gezien. Het betreft de situaties respectievelijk: "Kunt u horen vanuit welke hoek van

de zaal een vraag gesteld wordt tijdens een bijeenkomst?", "Hooft u het wanneer iemand van achteren naar u toe komt lopen?" en "Kunt u gezongen tekst (Nederlands) verstaan?". In de vragenlijsten die door goedhorenden van een controle groep zijn ingevuld komen deze situaties ook als problematisch naar voren. Deze items kunnen kennelijk als gevoelig worden aangemerkt en wellicht benut worden als een eerste signalering van hoorproblemen.

De situaties van items 2 en 8 en in mindere mate ook 1 en 21 worden pas problematisch als in vele andere situaties ook problemen worden ervaren. Het betreft "Kunt u met één persoon in een rustige omgeving een gesprek voeren?", "Kunt u een telefoongesprek voeren in een rustige kamer?" en "Kunt u een winkelbediende in een drukke winkel verstaan" en "Kunt u in een rustig huis horen vanuit welke hoek van de kamer iemand tot u spreekt?".

Deze items kunnen als een soort alarmsignaal worden gezien: als in deze situaties het gehoor faalt kan aangenomen worden dat in vrijwel alle andere situaties ook problemen worden ervaren.

De belangrijkste conclusie van deze analyse is dat alle factoren bij een geringe gehoorsproblematiek al een rol spelen en dat dit niet wordt veroorzaakt door enkele disharmonische items. De informatie verkregen met de vragenlijst blijkt dus bruikbaar onafhankelijk van het aantal situaties waarin problemen zijn aangegeven.

7.4. Het samenstellen van een efficiënte testbatterij

De voorgaande beschouwing is geheel gebaseerd op informatie die door de slechthorende zelf is verstrekt door middel van een vragenlijst. Alvorens verdergaande toepassingen in het kader van validiteits-schatting serieus te overwegen dient er zekerheid te bestaan omtrent de objectiviteit van de door de slechthorenden aangegeven beperkingen ('disabilities'). Validiteits-schatting betreft namelijk beoordelingen van personen die belang hebben bij de uitkomst van de beoordeling en met name bij de gevolgen die de uitkomst kan hebben. De aan de orde zijnde vraag is in welke mate de in de vragenlijsten gepresenteerde beperkingen objectief vast te stellen zijn dan wel door middel van een beperkt aantal psychofysische testen adequaat kunnen worden gemeten.

De onderzoeksvraag is met welke combinatie van audiologische testen op efficiënte wijze informatie over de hoorfactoren verkregen kan worden en in welke mate de testresultaten aansluiten bij de subjectieve beperkingen. Voor dit deel van het onderzoek is een batterij van 7 testen samengesteld. Hierbij is gekozen voor reeds bestaande en gevalideerde testen met uitzondering van de stemherkenningstest die speciaal voor dit onderzoek is ontwikkeld. In deze test worden kort na elkaar twee telwoorden bestaande uit 4 lettergrepen op comfortabele luidheid via een luidspreker aan de luisteraar aangeboden. De opdracht is aan te geven of de twee telwoorden door de zelfde persoon (stem) zijn uitgesproken of niet. Sprekers waren vier geoefende logopedisten. Het bleek dat goedhorende proefpersonen wel boven de 80% scoorden, maar de 100% niet haalden.

De batterij bestond uit de volgende testen:

- octaaf-toonaudiometrie (HTL) met bepalen van de onaangename luidheidsdrempel (UCL) hierbij zijn gebruikt HTL(brd): het gem. verlies bij 0,5, 1, 2 en 4 kHz voor beide oren samen en HTL(hoog): het "gewogen" verlies bij 1, 2 en 4 kHz *)
- spraakaudiometrie: maximale spraakdiscriminatie score van het beste oor (SD),
- spraakverstaan gemeten met zinnen in stilte (SRT_q) (Plomp en Mimpen)
- spraakverstaan in stationaire ruis (SRT_{sn}) (Plomp en Mimpen)
- spraakverstaan in fluctuerende ruis (SRT_{fn}) (Plomp en Mimpen / Festen)
- localiseren van een geluidsbron (LOC) (Smooenburg et al.)
- herkennen van stemmen (RV) (Kramer en Kapteyn)

Bij 51 slechthorenden zijn deze testen afgenomen en de uitkomsten zijn per persoon per factor gerelateerd aan hun beantwoording van de bovengenoemde vragenlijst. Een stapsgewijze multiple regressie-analyse toonde aan met welke tests elke factor afzonderlijk het beste voorspeld kon worden. De resultaten zijn weergegeven in tabel 7-2.

factor	SRT_q	SRT_{sn}	SRT_{fn}	HTL brd	HTL* hoog	UCL	SD	RV	LOC	MCC
onderscheiden geluiden	28%							7%	4%	.62
verstaan in lawaai			33%				15%			.69
richtinghoren				8%					22%	.60
verstaan in stilte	9%	42%								.73
waarnemen geluiden					47%		72%			.74
last van hard geluid						pm				

tabel 7-2. De relatie tussen de testen van de batterij en de hoorfactoren van de vragenlijst.

*) bij HTL hoog is een gewogen som bepaald van het per oor vastgestelde gemiddelde gehoorverlies bij 1, 2 en 4 kHz (VHF), en wel één-zesde van de som van vijfmaal de VHF van het beste oor en één maal de VHF van het slechtste oor.

Een multiple correlatie coëfficiënt (MCC) van .70 betekent dat 49% van de variantie van deze factor kan worden verklaard met de aangegeven testen. Deze waarde zal nooit 100% bereiken omdat enerzijds de hoorfactor, gebaseerd op een aantal items van de vragenlijst, niet scherp bepaald kan zijn, terwijl anderzijds de testcores ook een zekere mate van onzekerheid hebben. Vanuit de statistische benadering geeft een MCC van 0.70 aan dat de desbetreffende testen op goede wijze datgene meten dat met de antwoorden op de vragen is aangegeven, een MCC van 0.80 is erg hoog en een MCC van minder dan 0.60 is als laag aan te merken.

Uit tabel 7-2 komen als aanwijzingen naar voren:

- Het kunnen onderscheiden van geluiden heeft een MCC van 0.62 met als belangrijkste testcores het spraakverstaan in stilte, het kunnen herkennen van stemmen en het richtinghoren.
- Het spraakverstaan in lawaai heeft een MCC van 0.69 met als belangrijkste testen de het spraakverstaan in fluctuerende ruis en de maximale discriminatie in het spraakaudiogram.
- De geluidslocalisatie met een MCC =0.60 wordt vooral bepaald door de test op richtinghoren en de hoordrempel. De relatief lage MCC waarde leidt tot de conclusie dat een betere test voor het bepalen van het richtinghoren gewenst is.
- Het verstaan in stilte met een MCC van 0.73 blijkt sterk gecorreleerd met het kunnen verstaan in stationaire ruis waarschijnlijk omdat luisteren in echte stilte in de dagelijkse praktijk bijna nooit voorkomt.
- Het detecteren van geluiden is met een MCC van 0.74 vooral te voorspellen met de hoordrempel bij 1, 2 en 4 kHz (HTL hoog) en de maximale discriminatie (SD) van het beste oor.

Uit dit deel van het onderzoek blijken alle zeven in de testbatterij gebruikte testen belangrijk voor een goede beoordeling van het gehoor. Met de set testen kan als het ware de restcapaciteit van het gehoor of *het gehoorprofiel* bepaald worden. Er blijkt een goede aansluiting te zijn tussen de objectieve testresultaten en de in de vragenlijst aangegeven beperkingen als geformuleerd in de onderscheiden hoorfactoren.

Dit leidt tot de conclusie dat bij een individuele slechthorende de auditieve beperkingen adequaat gemeten kunnen worden met de aangegeven testbatterij. De meetresultaten leveren de gegevens voor het berekenen van de handicap.

7.5. De ervaren hinder ten gevolge van een beperking in het auditief functioneren

Wanneer een slechthorende een beperking aangeeft op het gebied van één of meer van de 6 onderscheiden hoorfactoren, is op grond daarvan niet zondermeer te concluderen welke mate van hinder daardoor ondervonden wordt. De ervaren hinder zal vooral ook afhangen van de gevolgen in de dagelijkse praktijk. Als beoogd wordt de stap te maken van de beperkingen ten gevolge van slechthorendheid naar de daardoor ondervonden hinder zal dat in eerste instantie indicatief moeten gebeuren door middel van de gegevens van een grote groep slechthorenden. De aldus tot stand gekomen *algemene hinder-score* kan bij een persoonsgebonden beoordeling als een eerste benadering gebruikt worden. Het formuleert de algemeen geldende *primaire handicap* ten gevolge van het in de desbetreffende mate niet goed kunnen horen. Voor de individuele validiteitsschatting dienen dan de persoonlijke omstandigheden verdisconteerd te worden, die zullen leiden tot een aanpassing van deze primaire handicap.

Het materiaal voor het bepalen van een algemene hinderscore is beschikbaar

gekomen door middel van de bovengenoemde vragenlijst. Naast de vraag of men problemen ondervond met het horen in de onderscheiden situaties is (indien dat het geval was) namelijk ook gevraagd in welke mate dat als hinderlijk werd ervaren. Bij de analyse van deze gegevens was er een technische moeilijkheid namelijk dat er bij geen hoorprobleem ook geen hinder kan worden ervaren: het aantal ingevulde hindervragen verschilde daardoor per item. De analyse van de responsen op de vragenlijst toont aan dat de ondervonden hinder ten gevolge van hoorproblemen in de onderscheiden situaties sterk kan verschillen. Wanneer de vragen worden gerangschikt volgens de mate van ervaren hinder (zie tabel 7-3) blijkt dat met name de vragen van de hoorfactor

	N	H	Fct
7 Kunt u iemand verstaan die u aanspreekt op een verjaardagsfeest of een receptie?	201	3,53	2
19 Wanneer u met meerdere mensen aan tafel zit te eten, kunt u het gesprek dan volgen?	190	3,50	2
2 Kunt u met één persoon in een rustige omgeving een gesprek voeren?	35	3,46	5
8 Kunt u een telefoongesprek voeren in een rustige kamer?	60	3,38	4
13 Kunt u zonder veel inspanning iemand verstaan die naast u in de bus of in de auto zit?	176	3,34	2
25 Kunt u iemand die u aanspreekt in een drukke straat verstaan?	179	3,24	2
20 Verstaat u de nieuwslezer op TV bij een normaal volume?	139	3,22	4
22 Kunt u thuis de deurbel horen?	134	3,21	5
1 Kunt u een winkelbediende in een drukke winkel verstaan?	149	3,21	2
4 Kunt u auto's horen die passeren of komen aanrijden?	103	3,19	1
18 Ervaart u dat muziek te hard in uw oren klinkt, als het voor anderen aangenaam klinkt?	81	3,16	6
14 Verstaat u een nieuwslezer op de radio bij een normaal volume?	147	3,16	4
9 Kunt u horen vanuit welke hoek van de zaal een vraag gesteld wordt in een bijeenkomst?	193	3,13	3
3 Hoort u op straat onmiddellijk vanuit welke richting een auto komt aanrijden?	171	3,11	3
10 Hoort u het wanneer iemand van achteren naar u toekomt lopen?	200	3,00	5
15 Kijk u onmiddellijk de goede kant op als u op straat door iemand geroepen wordt?	178	2,97	3
27 Hoort u op straat waar zich een toeterende auto bevindt?	145	2,92	3
26 Kunt u horen met welke intonatie en stembuiging mensen spreken?	108	2,88	1
28 Hoort u buiten de vogels zingen?	152	2,84	5
12 Kunt u gezongen tekst (nederlands) verstaan?	172	2,82	4
24 Kunt u ritme in een muziekstuk of lied horen?	77	2,78	1
21 Kunt u in een rustig huis horen vanuit welke hoek van de kamer iemand tot u spreekt?	130	2,77	3
6 Kunt u een bepaalde melodie in een muziekstuk of een lied herkennen?	98	2,74	1
23 Kunt u mannenstemmen van vrouwenstemmen onderscheiden?	46	2,70	1
29 Kunt u het geluid van verschillende muziekinstrumenten onderscheiden?	113	2,64	1
5 Herkent u verschillende familieleden aan hun stemmen?	79	2,56	1
16 Hoort u de geluiden in het huishouden (stofzuiger, wasmachine stromend water)?	80	2,44	5
17 Kunt u op straat het geluid van een auto onderscheiden van het geluid van een bus?	109	2,27	1
11 Kunt u een TV-presentator alleen aan zijn stem herkennen?	140	1,99	4

tabel 7-3. Ervaren hinder (H in schaal 1 tot 4) ten gevolge van hoorproblemen in de onderscheiden luistersituaties (N = aantal personen die (ernstige) problemen signaleerden in de desbetreffende situatie).

2 "Verstaan in lawaai" en in mindere mate ook de vragen van hoorfactor 3 "Richtinghoren" hoog in de lijst staan.

Opmerkelijk is dat bijvoorbeeld bij vraag 2 "Kunt u met één persoon in een rustige omgeving een gesprek voeren" slechts 35 personen (15%) aangeven dat slecht te kunnen, maar dat de door hen aangegeven hinder heel hoog scoort: 3.5 d.w.z.erg tot heel erg hinderlijk. Het zelfde geldt voor vraag 8 betreffende het telefoneren in een rustige kamer. Van de 239 personen hebben 140 (59%) ernstige problemen met het herkennen van een TV-presentator aan de stem (item 11), maar de aangegeven daardoor ervaren hinder is gemiddeld slechts 1.99 dat wil zeggen "een beetje". De meeste items van factor 1 "Onderscheiden van geluiden en geluidskwaliteit" staan in het onderste deel van de lijst. In dit overzicht scoort de vraag over "Last van hard geluid" vrij hoog (hoorfactor 6).

Bij het bespreken van de analyse van hoorfactoren is gebleken dat het niet goed kunnen onderscheiden van geluiden (factor 1) over het algemeen in de populatie relatief weinig als beperking ('disability') wordt ervaren. Bij analyse van de ervaren hinder blijkt echter dat een beperkt aantal personen deze beperking wel als zeer hinderlijk ervaren en dus voelen zij zich daardoor ernstig gehandicapt. Bij nader onderzoek blijkt dit met name personen te betreffen die muzikaal actief zijn.

	factor	handicapscore
fct 1	onderscheiden van geluiden en geluidskwaliteit	2.72
fct 2	verstaan in lawaai	3.36
fct 3	richtinghoren	2.98
fct 4	verstaan in stilte	2.91
fct 5	het waarnemen van informatie gevende geluiden	2.99
fct 6	last van hard geluid	3.16

tabel 7-4. De gemiddelde handicapscore per factor.

Wanneer per hoorfactor de hinderscores van de items worden gemiddeld blijken deze waarden te verschillen (tabel 7-4). Dit geeft aan dat een beperking (disability) op het gebied van de ene of de andere hoorfactor in verschillende mate als hinderlijk (handicap) wordt ervaren. Bij het maken van de stap van beperking naar ervaren handicap blijken er dus per hoorfactor verschillen te zijn en deze kunnen met een gewichtsfactor tot gelding komen.

De primaire handicap als gevolg van de beperkingen op het gebied van de onderscheiden hoorfactoren (Fct1 t/m Fct5) is dan te formuleren als:

PRIMAIRE HANDICAP =

$$2.7 * Fct1 + 3.4 * Fct2 + 3.0 * Fct3 + 3.0 * Fct4 + 3.0 * Fct5$$

Dit model is getoetst door voor de 51 personen bij wie de testbatterij is afgenomen (zie onder 7.4) de meetresultaten in de formule in te vullen. De aldus berekende score van de primaire handicap bleek goed te correleren met de

subjectief aangegeven handicap bepaald op grond van de individuele antwoorden op de diverse items ($R=0.63$, $p<0.001$).

De conclusie kan zijn dat dit model, dat gebaseerd is op gegevens van een populatie van zeer verschillende slechthorenden die geen belang hadden bij de consequenties van het onderzoek, een bruikbare benadering geeft van de primaire handicap ten gevolge van een beperking van het kunnen horen.

Een validiteitsschatting betreft echter een individueel kunnen functioneren in bepaalde omstandigheden. Daartoe zullen verfijningen aangebracht moeten worden op de berekende primaire handicap.

7.6 Het toepassen van het algemene model in de individuele situatie

Bij het beoordelen of een slechthorende in een bepaalde werksituatie kan functioneren is naast de vraag "hoe ernstig is de slechthorendheid?" (de beperkte belastbaarheid of capaciteiten) ook aan de orde "hoe belangrijk is het kunnen percipiëren van geluiden voor dat functioneren?" (de 'demands'). Wanneer zoals boven besproken het gehoor met een zestal vrij zelfstandige hoorfactoren wordt beschreven, ligt het voor de hand in het pakket van eisen die aan het gehoor gesteld worden te onderscheiden in welke mate er op elk van die hoorfactoren een appèl gedaan wordt. Een analyse van de vereiste vermogens (de belastende factoren of demands) voor de geluidscommunicatie in die functie zou als het ware moeten leiden tot een *auditief profiel* van de werkplek of luistersituatie. Dit profiel kan dan gerelateerd worden aan het profiel van de auditieve capaciteit van de slechthorende. Afhankelijk van de eisen die gesteld worden aan het *auditief* functioneren zou in een validiteitsbeoordeling een extra gewicht aan de onderscheiden factoren in het gehoorprofiel toegekend kunnen worden.

De intensiteit van de vereiste geluidscommunicatie en het belang ervan voor goed functioneren in een globaal aangeduid beroep of een werksituatie wordt door buitenstaanders niet altijd correct ingeschat (Kapteyn, 1995). Van essentieel belang hierbij is het aantal keren per dag dat de werknemer in een communicatieve probleemsituatie verkeert en ook wat de eventuele gevolgen kunnen zijn van een niet horen of verkeerd verstaan van de akoestische signalen. Hier gaat het dus om niet-fysische factoren.

Als iemand van de nieuwslezer van de TV iets niet goed verstaat kan dat soms tot misverstanden in huiselijke kring leiden, maar zelden zal dat een echt probleem veroorzaken. Anders ligt het wanneer een vertegenwoordiger of een onderhandelaar informatie verkeerd opvangt. Dit kan ernstige gevolgen hebben en zelfs tot aanzienlijke schadeclaims leiden. De slechthorende functionaris zal in dergelijke situaties onder verhoogde druk of stress functioneren. Dit functioneren vereist dan extra inspanning en energie. Dit wordt wel aangeduid als secundaire handicap (Stephens et al., 1991). Te verwachten is dat er na een korte periode vermoeidheidsverschijnselen zullen optreden: verlies van concentratie en ziekteverschijnselen ten gevolge van overbelasting. Op langere termijn kan dit de oorzaak zijn van langdurig ziekteverzuim en arbeidsonge-

schiktheid, mogelijk vanwege andere verschijnselen dan de onderliggende oorzaak: de slechthorendheid.

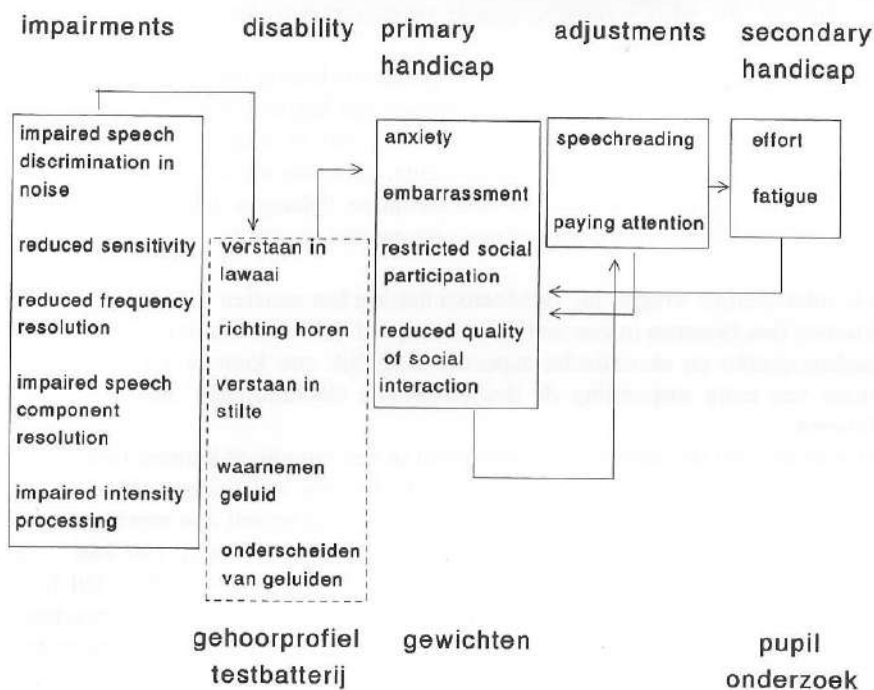
De beoordelingssituatie wordt nog complexer als hierbij betrokken worden de potentiële vermogens van de slechthorende om het niet goed kunnen horen van geluidssignalen te ondervangen. Hierbij valt te denken aan vertrouwd-zijn met de situatie op grond van ervaring, scholing en ook intelligentie en associatievermogen. Van niet te onderschatten belang is het begrip en een welwillende benadering door collega's en gesprekspartners.

De uiteindelijke vragen bij validiteitsschatting ten aanzien van het al of niet kunnen functioneren in een werksituatie zijn of het functioneren op grond van audiologische en akoestische aspecten mogelijk zou kunnen zijn en welke mate van extra inspanning de desbetreffende slechthorende daarvoor moet leveren.

Het meten van de vereiste inspanning om in een situatie te kunnen functioneren is fysisch gezien niet zo gemakkelijk. Er zijn wel onderzoeksmethoden beschikbaar om de vermoeidheid te meten maar dat betreft dan meer een over langere tijd (uren) opgebouwd effect (vermoeidheidsschalen). Het kan juist nuttig zijn in een concrete situatie de vereiste inspanning te weten. Dit lijkt mogelijk te zijn door middel van het registreren van fysiologische reacties. Kramer (1997a) kon door metingen vaststellen dat de mentale inspanning (geobjectiveerd door registratie van de pupilreactie) van een luisteraar tijdens een stapsgewijs moeilijker gemaakte luistersituatie groter wordt. Bij ernstig slechthorenden vertoonde de afname van de inspanning als functie van een gunstiger worden van de signaal-ruisverhouding een minder steil verloop (lagere gradiënt) dan bij goedgehoorden het geval was. De gradiënt van de curve bleek gecorreleerd ($R = -.57$) met de mate van slechthorendheid, uitgedrukt in de kritische signaal-ruis verhouding (SRT-N) en gemeten met de test op zinsverstaan in ruis. De gradiënt van de curve leek bovendien samen te hangen met de ogenschijnlijke mate van inspanning die de luisteraar zich getroostte tijdens de test en met de klachten over vermoeiend-zijn van de desbetreffende luistersituaties. De meetmethode kan wellicht verder ontwikkeld worden voor het objectiveren van dit extra-inspanningsaspect van een handicap, de secundaire handicap.

In *figuur 7-2* is een validiteitsmodel weergegeven zoals dat door de WHO is voorgesteld met daarin aangegeven enkele invullingen op grond van het onderhavige onderzoek.

Dit schema is gebaseerd op vragenlijsten en interview gegevens en geeft aan hoe volgens de beleving van de slechthorenden de begrippen 'impairment', 'disability' en 'handicap' een onderlinge samenhang hebben.



figuur 7-2. Het validiteitsmodel van de WHO met invullingen op grond van dit onderzoek.

7.7 Samenvatting en doelstelling

Voor een evenwichtige validiteitsschatting kan het schema van de WHO als uitgangspunt genomen worden. Door middel van de resultaten van het binnen

de afdeling Audiologie van het AZVU verrichte onderzoek lijkt het mogelijk de verbanden zoals aangegeven in het schema gedeels te objectiveren. Er kunnen vijf disability factoren onderscheiden worden, exclusief de hinder van harde geluiden. Het auditief functioneren op het gebied van elk van deze factoren is met een combinatie van psychofysische testen te meten. De scores leveren een gehoorprofiel van de desbetreffende slechthorende en met de daarbij behorende gewichten kan zijn of haar algemene primaire handicap worden berekend. Afhankelijk van de eisen die de (werk)situatie stelt kan een individuele aanpassing van de algemene primaire handicap worden aangebracht door afstemming van de gewichtsfactoren.

Een discrepantie tussen de vereisten voor het functioneren op de werkplek (de demands of het akoestische profiel) en de bestaande beperkingen (restcapaciteiten of het hoorprofiel) van de desbetreffende persoon zal een extra belasting impliceren. Het objectiveren van de vereiste extra inspanning van een

slechthorende tijdens psychofysische testen is een belangrijke informatie bron.

De inspanning die het auditief functioneren vergt van de slechthorende komt tot uitdrukking in de secundaire handicap. Hierbij is met name van belang in hoeverre voor een zekere mate van geluidscommunicatie een (extra) mentale inspanning vereist is. Voor het bepalen van deze laatste factor kan een onderzoeksmethode als het meten van de pupildilatatie een basis aanreiken.

De gewichtsverhouding van de primaire en de secundaire handicap zal nader bestudeerd moeten worden. Hierbij is het van belang te weten welke eisen aan het auditief functioneren worden gesteld zoals dat tot uitdrukking komt in het auditief functieprofiel. Van der Wilk toonde aan dat dit voor een belangrijk deel kan worden vastgelegd door middel van de STI-metingen.

In de bovengegeven beschouwing is geen aandacht besteed aan eventuele interventies om het auditief functioneren te verbeteren. Bij het beoordelen of iemand in een situatie kan blijven functioneren kunnen ook hulpmiddelen en aanpassingen van de situatie en ondersteunende maatregelen overwogen worden. In concreto valt te denken aan een aanpassing van het auditief functieprofiel aan de auditieve capaciteiten door toepassing van maatregelen en hulpmiddelen. In dit kader kan ook aandacht besteed worden aan scholing, attitude verandering en opvang en/of begeleiding en beïnvloeding van de samenwerkingsverbanden. Bij het uitwerken van de interactie van al deze factoren in een model kan vruchtbaar gebruik gemaakt worden van de schema's die Van Dijk daarover heeft gepresenteerd (Van Dijk, 1990).

Slotbeschouwing

Tot niet zo heel lang geleden behoorde het tot de beroepstrots van de artillerie om schietdoof te zijn. Nu is een eventuele claim, mogelijk zelfs met retroactieve aansprakelijkheid, een serieuze overweging. In Nederland was het tot op heden ongebruikelijk de werkgever aansprakelijk te stellen voor het letsel t.g.v. een beroepsziekte. Uitzondering hierop is de aansprakelijkheid van de werkgever tot de asbest-gerelateerde ziekten (mesotheliomen). Het sociale zekerheidssysteem in ons land nodigde niet uit tot een aansprakelijkstelling bij een vermeende beroepsziekte. De discussie of er in de nabije toekomst in toenemende mate gebruik gemaakt gaat worden van het aansprakelijkheidsrecht is mede afhankelijk van eventuele veranderingen in het sociale zekerheidsstelsel. Wijzigingen in de bewijslast (de werkgever moet kunnen aantonen dat er adequate veiligheidsmaatregelen zijn getroffen) en verslechteringen in de WAO-uitkeringen kunnen hierin een belangrijke rol spelen. Daarnaast kan de claimbewustheid van de burger versterkt worden door actiegroepen en de media. De huidige Nederlandse situatie zal mede beïnvloed worden door het internationale aansprakelijkheidsregime. Tot zover geldt deze discussie voor alle beroepsziekten in ons land en is iedere medische beroepsgroep gebaat bij zorgvuldige richtlijnen en regels aangaande de mate van invaliditeit die een bepaalde beroepsziekte tot gevolg kan hebben.

Door de genoemde maatschappelijke veranderingen is het onderwerp validiteitsschatting bij beroepsziekten, zoals o.a. lawaaislechthorendheid, in een ander daglicht komen te staan. Het is opvallend dat voor ongeveer een derde van de beroepsziekten de diagnose lawaaislechthorendheid wordt gesteld, terwijl er op dit moment een adequaat registratiesysteem van lawaaislechthorendheid ontbreekt. Als eerste aandachtspunt zal de incidentie en prevalentie, als ook de verdeling over de verschillende beroepssectoren, in kaart gebracht moeten worden. De bedrijfsarts, verbonden aan een Arbo-dienst, dient hiertoe specifieke deskundigheid te hebben en te verkrijgen om in nauwe samenwerking met de KNO-arts en de Audiologische Centra te komen tot diagnostiek en registratie van deze beroepsziekte.

Vanuit deze interesse zullen vervolgens een aantal preventieve maatregelen genomen moeten worden die de geluidsbelasting op de werkplek verminderen. De verschillende deskundigen, bedrijfsarts, KNO-arts en audioloog zullen op dit terrein nauwer met elkaar moeten gaan samenwerken.

De KNO-arts kan op grond van zijn specifieke deskundigheid uitmaken welke oorzaak ten grondslag ligt aan een vermindering van het gehoor. Om het defect van het auditieve systeem in kaart te brengen zijn er een aantal audiologische testen, die soms toereikend zijn, maar in een aantal gevallen de specifieke deskundigheid van de audioloog verlangen voor het in kaart brengen van de functionele auditieve restcapaciteit.

In de nabije toekomst kunnen aan de hand van het audiologisch expertsysteem de mogelijkheden om op een gepaste wijze verder te functioneren worden ingeschat. Daarnaast kan met behulp van een specifiek voor dit doel ontwik-

kelde vragenlijst een betrouwbaar profiel worden verkregen van de auditieve stoornis en de mogelijkheden tot revalidatie.

Aan het einde van de beoordeling van de validiteit van het gehoor is dan een lang traject doorlopen, waarbij de balans is opgemaakt tussen de auditieve capaciteit en de auditieve functie-eisen. Op dat moment kan de werkelijke handicap worden vastgesteld en kan de schade via een eventuele aanvullende procedure financieel worden gecompenseerd.

Deze bundel wil voor alle betrokkenen bij de problemen van de validiteitsbeoordeling van het gehoor een handleiding zijn, die er toe bijdraagt dat de deskundigen elkaars taal en verantwoordelijkheden beter gaan verstaan. Daarmee is een eerste stap gezet naar een verantwoord onderzoek en advies, wanneer bij iemand het gehoor door arbeids- of andere omstandigheden is aangedaan. De redactie meent daarmee op de goede weg te zijn in een proces van evaluatie en revalidatie, dat mede zijn vruchten zal afwerpen binnen het Nederlandse arbeidsproces.

Literatuurlijst

American Medical Association (1990). Guides to the Evaluation of Permanent Impairment, 3 red. rev. Milwaukee: AMA.

Andersson G, Melin L, Lindberg P, Scott B (1995). Development of a short scale for self-assessment of experiences of hearing loss. The hearing coping assessment. *Scand Audiology*. 24(3):147-54.

ANSI 3.5-1969 (1969). American national standard methods for the calculation of the articulation index.

ANSI 3.79-199X, Draft v3.1 (1993). American national standard methods for the calculation of the speech intelligibility index.

Anson BJ, Davies J (1980). Embryology of the ear. In : *Otolaryngology Vol 1*. (Paparella & Shumrick eds) W.B.Saunders Company. Philadelphia, London, Toronto, pp.12-25.

Arbeidsinspectie, Publicatieblad P 166-1 (1987). Lawaai op de arbeidsplaats; algemeen.

Arbeidsinspectie, Publicatieblad P 166-2 (1987). Lawaai op de arbeidsplaats; gehoorbeschermingsmiddelen.

Atherly GRC, Noble WG (1971). Clinical picture of occupational hearing loss obtained with Hearing Measurement Scale. London, Academic Press, 193-206.

Axelsson A, Borchgrevink HM, Hamernik RP et al. (1996). Scientific basis of noise-induced hearing loss. Thieme, New York.

Boere AHM, Hoogvliet TC (1995). Voorstel Arbobesluit. Samson, Alphen aan den Rijn.

Boymans M, Dreschler WA (1993). Spraakverstaanbaarheid als maat voor de winst van een binaurale hoortoestel-aanpassing. *Stem-, Spraak- en Taalpathologie*, 2/3, 192-204.

Broersen JPJ, Weel ANH, van Dijk FJH (1991). Atlas gezondheid en werkbeleving naar beroep. Amsterdam, Nederlands Instituut voor Arbeidsomstandigheden.

Broersen JPJ, de Zwart BCH, Meijman TF, van Dijk FJH, van Veldhoven M, Schabracq MJ (1993). Veroudering, werk en gezondheid. Amsterdam, Studiecentrum Arbeid en Gezondheid (Coronel Instituut AMC).

Bronkhorst AW (1991). Akoestische metingen op de werkplek van slechthorenden. TNO-report IZF 1991 C-9.

Brookhouser PE (1994). Prevention of noise-induced hearing loss. *Preventive Medicine*. 23(5):665-9.

Brüggemann JD, red. (1996). Concept Arbobeleidsregels. Sdu Uitgevers, Den Haag.

Bruhl P, Ivarsson A (1994). Noise-exposed male sheet-metal workers using hearing protectors. A longitudinal study of hearing threshold shifts covering fifteen years. *Scand Audiology*. 23(2):123-8.

Brummett RE (1980). Drug-induced ototoxicity. *Drugs*, vol 19, 412-428.

Chorus AMJ, Kremer A, Oortwijn WJ, Schaapveld K (1995). Slechthorendheid in Nederland. Leiden. TNO-PG, Publicatie nr.95.076.

Coles RRA, Lutman ME, Robinson DW (1991). The limited accuracy of bone-conduction audiometry: its significance in medicolegal assessments. *J Laryng and Otol.* 105, 518-521.

Davis (1960). Some comments on "impairment to hearing from exposure to noise". *JASA* 53 (5), 1237-1239.

Dobie RA (1993). *Medico-Legal Evaluation of Hearing Loss.* Van Nostrand Reinhold ISBN 0-442-01266-7.

Dobie RA (1995). Economic compensation for hearing loss.[Review] *Occupational Medicine.* 10(3):663-8.

Dongen HJW van (1995). Gezondheidskundig onderzoek naar de kosten van enkele specifieke beroepsziekten. In: M.G. Faure, T. Hartlief (red.). *Verzekering en de groeiende aansprakelijkheidslast.* Kluwer, Deventer, 1995; pp 173-219.

Dreschler WA, Festen JM (1988). Ontwikkelingen in het hoortoestel. *Klinische Fysica* 1988/4, 165-170.

Dreschler WA, van der Hulst RJAM, Tange RA, Urbanus NAM (1985). The role of high-frequency audiometry in early detection of ototoxicity. *Audiology* 24,387-395.

Dreschler WA, van der Hulst RJAM, Tange RA, Urbanus NAM (1989). The role of high-frequency audiometry in early detection of ototoxicity II. Clinical aspects. *Audiology* 28, 211-220.

Dreschler WA, Kuyper P (1987). Psychofysisch onderzoek van het pathologische gehoor. *Klinische Fysica* 1987/2, 69-73.

Dreschler WA, Maré MJ, Boermans PP, Verschuure J (1993). Compression in hearing aids: frequency dependence and effects in background noise. In: *Recent developments in hearing instrument technology*, J. Beilin and G.R. Jensen, eds. 15th Danavox Symposium 1993, 253-272.

Dijk FJH van (1984). Effecten van lawaai op gezondheid en welzijn in de industrie. Ac. proefschrift UvA.

Dijk FJH van, Dormolen M van, Kompier MAJ, Meijman (1990). Herwaardering model belasting-belastbaarheid. *T Soc Gezondheidsz* 68, 3-10.

Faure MG, Hartlief T, red. (1995). *Verzekering en de groeiende aansprakelijkheidslast.* Kluwer, Deventer.

Faure MG, Geers AJCM, Hartlief T (1995). Juridische aspecten van het beroepsziektenonderzoek: Mogelijke toename van claims op de werkgever? In: M.G. Faure, T. Hartlief (red.). *Verzekering en de groeiende aansprakelijkheidslast.* Kluwer, Deventer, 1995, pp 9-86.

Feldmann H (1992). *Tinnitus.* Georg Thieme Verlag Stuttgart, New York.

Fletcher H (1950). A Method for calculating hearing loss for speech from an audiogram *J Acoust Soc Am* 22(1): 1-5.

Gatehouse S (1990). Determinants of self-reported disability in older subjects. *Ear & Hear. Suppl.*11(5) 57s-65s.

Hammelburg E (1966). *Validiteitsschattingen van het gehoor.* Rapport Ned. Ver. voor

Keel - Neus - en Oorheelkunde.

Hees OS van (1989). Gehoorafwijkingen bij conservatoriumstudenten en het gebruik van de Walkman. *Tijdschr Soc Gezondhz.* 67, 329-334.

Hees OS van (1991). Gehoorafwijkingen bij musici. Een onderzoek naar de geluidbelasting van en het voorkomen van gehoorafwijkingen bij musici van een symfonie orkest en een harmonie orkest. *Academisch proefschrift.* Universiteit van Amsterdam.

Henry WR, Mulroy MJ (1995). Afferent synaptic changes in auditory hair cells during noise-induced temporary threshold shift. *Hearing Research* 84: 81-90.

Héту R (1994). Mismatches between auditory demands and capacities in the industrial work environment. *Audiology* 33, 1-14.

Higson JM, Haggard MP, Field DL (1994). Validation of parameters for assessing obscure auditory dysfunction-robustness of determinants of OAD status across samples and test methods. *Br J of Audiol.* 28(1), 27-39.

Houtgast T (1990). De invloed van akoestische factoren op de communicatie van slechthorenden tijdens de beroepsuitoefening. *Bundel NVA Slechthorendheid en beroepsuitoefening.* 49-54.

Irwin J. (1994). Noise-induced hearing loss and the 4 kHz dip. *Occupational Medicine* 44(4), 222-3.

ISO-7029 (1984). *Acoustics - Thresholds of hearing by air conduction as a function of age and sex for otologically normal persons.* International Organization of Standardization, Geneve.

ISO-1999 (1990). *Acoustics - Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment.* International Organization of Standardization, Geneve.

Ives DG, Bonino P, Traven ND, Kuller LH (1995). Characteristics and comorbidities of rural older adults with hearing impairment. *Journal of the American Geriatrics Society*, 43(7), 803-6.

Kapteyn TS (1987). *Werkgelegenheid en voorzieningen voor auditief gehandicapten.* DAG-symposium VU.

Kapteyn TS (1990). *Slechthorendheid en beroepsuitoefening.* Ned. Vereniging voor Audiologie, Amsterdam.

Kapteyn TS (1996). *Geluidscommunicatie in een beroep.* Ned Tijdschr voor KNO-heelkunde 2, 1, 7-10.

Kapteyn TS, Clemens A, Glazenburg BE (1994). *Slechthorende en hoortoestel.* Ned. Vereniging voor Audiologie, Amsterdam.

King PF, Coles RRA, Lutman ME and Robinson DW (1992). *Assessment of hearing Disability.* Whurr Publishers London, ISBN 1-870332-40-0.

Koten JW, Timmer M (1990). *Stoornissen en arbeid, Menselijke schade, deel 19.* GMD, Maklu Antwerpen.

Kramer SE, Kapteyn TS, Festen JM, Tobi H (1995a). Factors in subjective hearing disability. *Audiology* 34, 311-320.

Kramer SE, Kapteyn TS, Festen JM, Tobi H (1995b). Psychoacoustical estimates of self-reported hearing disabilities. *Proceedings EFAS-congres.*

Kramer SE, Kapteyn TS, Festen JM, Tobi H (1996). The relationships between self-reported hearing disability and measures of auditory disability. *Audiology*, 35 277-287.

Kramer SE, Kapteyn TS, Festen JM, Kuik JD (1997a). Assessing aspects of hearing handicap by means of pupil dilatation. *Audiology* 36, in press.

Kramer SE, Kapteyn TS, Festen JM (1997b). Estimation of the handicapping effect of hearing disabilities. Submitted for publication.

Kremer AM (1996). Doven en slechthorenden op de arbeidsmarkt. *Tijds. voor Bedrijfs- en Verzekeringsgeneeskunde* 4:147-150.

Kruizinga RJH (1955). Slechthorendheid en het verstaan van spraak. Proefschrift. Den Haag, Excelsior.

Kryter KD (1994). *The handbook of hearing and the effects of noise*, Academic Press.

Kuiper J, Laan G van der (1996). Resultaten van het Eurotop-31 project. Amsterdam, Nederlands Centrum voor Beroepsziekten AMC.

Lamm K, Lamm C, Lamm H, Schumann K (1989). The effect of hyperbaric oxygen on noise-induced hearing loss. *Acta Otol Rhinol Laryngol. (Suppl.)* 11, 233-247.

Ligtenberg CL van, Hoolboom H (1982). Over horen en slecht horen. Stafleu, Alphen a/d Rijn.

Lindeman HE, Klaauw MM van der, Platenburg-Gits F (1987). Hearing acuity in male adolescents (young adults) at the age of 17 to 23 years. *Audiology* 26, 65-78.

Lutman ME, Brown EJ, and Coles RRA (1987). Self-reported disability and handicap in the population in relation to pure-tone threshold, age, sex and type of hearing-loss. *Br.J. of Aud.* 21, 45-58.

McKeith NW, Coles RRA (1971). Binaural advantage in the hearing of speech. *Journal of Laryngology and Otology* 85,213-232.

Merluzzi F, Hinchcliff, R (1973). Threshold of subjective auditory handicap. *Audiology* 12(2):65-69.

Michel O (1994). *Der Hörsturz*. Georg Thieme Verlag Stuttgart - New York.

Mimpen AM, Plomp R (1995). De geluidsverzwakking van 40 typen oorkappen. TNO-report IZF 1975-C10.

Morata T, Daun D, eds. (1995). *Occupational medicine; State of the art reviews*, Vol 10:3. Hanley & Belfus Inc., Philadelphia.

Morata TC, Lemasters GK (1995). Epidemiologic considerations in the evaluation of occupational hearing loss. [Review] *Occupational Medicine*. 10(3), 641-56.

Nederlands Centrum voor Beroepsziekten (1995). Registratierichtlijnen Eurotop 31 beroepsziekten. Amsterdam, Nederlands Centrum voor Beroepsziekten AMC.

Noble W, Hétu R (1994). An ecological approach to disability and handicap in relation to impaired hearing. *Audiology* 33, 117-126.

Noble W, Horst K ter, Byrne D (1995). Disabilities and handicaps associated with impaired auditory localization. *J Am Acad Audiol*. 6, 1-12.

Northern JL (1976). *Hearing disorders*. Little, Brown & Company.

Passchier-Vermeer W (1986a). Gehoorschade door lawaai I. Analyse van onderzoeks-

gegevens ter bepaling van de relatie tussen lawaai en gehoorschade door lawaai. NIPG-TNO Leiden.

Passchier-Vermeer W (1986b). Gehoorschade door lawaai II. Methode om op individueel en groepsniveau gebruik te maken van het verband tussen lawaai en gehoorschade. NIPG-TNO Leiden.

Passchier-Vermeer W, Berg R van den, Rövekamp AJM, Ree D van der (1988). Integrale gehoorbeschermingsprogramma's (S36). Directoraat-Generaal van de Arbeid, 's-Gravenhage.

Passchier-Vermeer W (1989). Het gehoor van jongeren en blootstelling aan geluid. Gezondheidsraad, No A89/4, 's-Gravenhage.

Passchier-Vermeer W (1990). in: *Handboek Bedrijfsgezondheidszorg*, Bunge, Utrecht.

Passchier-Vermeer W (1993). *Geluid en gezondheid; Achtergrondstudie NIPG-TNO/Gezondheidsraad*.

Passchier-Vermeer W (1996). *Geluid en Effecten op de gezondheid*. Leiden: TNO-IPG. Rapport 96.004.

Passchier-Vermeer W, Dijkers JHGM (1979). Vergelijking drempel audiometrie en screeningsaudiometrie. *T.Soc.Geneesk.* 57 (suppl): 11-2.

Pavlovic CV, Studebaker, GA, Sherbecoe RL (1986). An articulation index based procedure for predicting the speech recognition performance of hearing-impaired individuals. *JASA* 80, 50-57.

Plasche WA v.d. (1990). Met een auditieve handicap in het arbeidsproces. *Bundel NVA Slechthorendheid en beroepsuitoefening 1990*, 42-48.

Plomp R, Mimpen AM (1979). Improving the reliability of testing the speech reception threshold for sentences. *Audiology* 18, 43-52.

Robinson DW (1991). Long-term repeatability of pure-tone hearing threshold and its relation to noise exposure. *Br J of Audiology*, 25, 219-236.

Rodenburg M (1990). *Geen goed gehoor, wat nu. De tijdstroom*, Lochem.

Rosenhall U, Pedersen KE (1995). Presbycusis and occupational hearing loss. [Review] *Occupational Medicine* 10(3), 593-607.

Rosler G (1994). Progression of hearing loss caused by occupational noise. [Review] *Scand.Audiology* 23(1), 13-37.

Sataloff RR, Sataloff J (1993). *Occupational hearing loss*. 2nd ed., Marcel Dekker, USA.

Smoorenburg GF, Mimpen AM, Leeuwen HA van (1979). Gehoorbescherming. *T. Soc. Geneesk.* 57, suppl. 1, 27-31.

Smoorenburg GF, Golstein-Brouwers WG van (1989). Lawaai op de arbeidsplaats; spraakverstaan in relatie tot het toonaudiogram bij slechthorendheid t.g.v. lawaai. Directoraat Generaal van de Arbeid, S 57-4.

Smoorenburg GF, Geurtsen FWM (1990). De invloed van het dragen van gehoorbeschermers en van gehoorverliezen ten gevolge van lawaai op het richtinghoren. TNO-report IZF 1990-C9.

Steeneken HJM, Houtgast T (1980). A physical method for measuring speech-trans-

mission quality. JASA 67, 318-326.

Stephens SDG (1981). Clinical audiometry. In: Audiology and Audiological Medicine, Vol.1., Oxford University Press, 365-370.

Stephens SDG, Hétu R (1991). Impairment, disability and handicap in audiology: toward a consensus. Audiology 30, 185-200.

Studebaker GA, Sherbecoe, RL (1991). Frequency-importance and transferfunctions for recorded CID W-22 wordlists. J. Speech Res. 34(2):427-438.

Suter AH (1978). The ability of mildly hearing-impaired individuals to discriminate speech in noise. Washinton DC: US Environmental Agency.

Suter AH (1992). Noise sources and effects: A New Look. Sound and Vibration 26(1):18-34.

Tan J, Tange RA, Kley A van der, Dreschler WA (1996). Hyperbare zuurstoftherapie bij tinnitus aurium. Ned. Tijdschr. KNO-heelk. 2(4), 126-132.

Tange RA (1987). De preventie van gehoorverlies door geneesmiddelen. Ned.Tijdschr.v.Geneesk. 131, 709-712.

Tange RA (1983). Degenerative ototoxic changes in the cochlea as seen in microdissections and surface preparations. Thesis. Rodopi. Amsterdam.

Wilk RGH vd, Festen JM, Kapteyn TS (1990). Een overzicht van door slechthorende werknemers gesignaleerde knelpunten in de beroepsuitoefening. Bundel NVA Slechthorendheid en beroepsuitoefening, 21-29.

Wilk RGH vd, Festen JM, Kapteyn TS (1991). De effecten van slechthorendheid en akoestiek op de beroepsuitoefening. AZVU-rapport.

Wijngaart WSIM van den (1982). Dominant erfelijke progressieve binnenoorslechthorendheid. Thesis. Rotterdam.

World Health Organization (1980). International Classification of Impairments, Disabilities, and Handicaps: A Manual of Classification Relating to the Consequences of Disease, WHO-report.

Yagi M, Harada T, Yamasoba T, Kikuchi S (1994). Clinical features of idiopathic bilateral sensorineural hearing loss. ORL; Journal of Oto-Rhino-Laryngology & its Related Specialties. 56(1), 5-10.

Bijlagen

- Bijlage 1: Anamneselijst AMC bij hoofdstuk 1 (R.A. Tange)
- Bijlage 2: Relatie tussen de leeftijd en de gemiddelde toonaudiometrische drempel bij 1, 2 en 3 kHz ($PTA_{1,2,3}$) volgens ISO 7029, geëxtrapolerd tot de leeftijd van 80 jaar en afgerond op veelvouden van 5 dB.
- Bijlage 3: Tabel met 'disability' percentages als functie van het gemiddeld gehoorverlies bij 1, 2 en 3 kHz ($PTA_{1,2,3}$) voor het beste oor en de asymmetrie tussen de oren.
- Bijlage 4: Voorbeeldberekeningen bij hoofdstuk 4 (O.S. van Hees)
- Bijlage 5: Vragenlijst van de Vrije Universiteit bij hoofdstuk 7 (T.S. Kapteyn)
- Bijlage 6: Lijst van auteurs

Bijlage 1

Anamneselijst voor gehoorvermindering

Datum:

Reden van komst:

Kindertijd:

Altijd goed kunnen horen? j / n

Oorontstekingen? j / n

Oorprikkjes? j / n

Ooroperaties? j / n

Schedelfracturen? j / n

Familie doofheid? j / n

Wie?

Normale geboorte? j / n

In couveuse geweest? j / n

Allergie? j / n

waarvoor?

Adolescentie:

Otitis externa? j / n

Muziekbeoefening? j / n

Draag je vaak een "walkman"? j / n

Volumestand maximaal? j / n

Welk instrument?

in een band? j / n

Sportbeoefening? j / n

Welke sport?

Schedelfracturen? j / n

Foto's? j / n

Militaire dienst? j / n

Schieten? j / n

Werkomgeving:

Beroep:

Carrière:

School:

lagere school: j / n

middelbare school: j / n

periode:

overige studie:

Werk:

bedrijf 1:

bedrijf 2:

bedrijf 3:

Lawaai op werkvloer? j / n

veroorzaakt door:

Geluid:

Hoog frequent: j / n

Laag frequent: j / n

beide? j / n

continue van karakter? j / n

Conversatie mogelijk op de werk vloer? j / n

Blootstelling aan lawaai

Aantal uren per dag?..... uur

Aantal jaren blootstelling..... Jaar

Controle van het gehoor op de werkvloer? j / n

sinds wanneer?

gehoorbescherming op werkvloer? j / n

welk type gehoorbescherming?

De gehoorbescherming gedragen op werkvloer? j / n

Hoelang? Uur per dag?

Gehoorklachten?

Sinds wanneer zijn de klachten opgemerkt?

welke oor? R / L beide?

Acut ontstaan? j / n

Oorsuizen? R / L beide?

sinds?

Duizeligheid? sinds

eerste probleem?

Eerste bezoek wegens de gehoorklacht aan huisarts?

Jaar

Eerste bezoek wegens de gehoorklacht aan KNO-arts?

Jaar

Welke KNO-arts:

Waar:

Diagnose?

Behandeling

Hoorapparaat? j / n

R / L welk type?

tevreden met het apparaat? j / n

Wanneer de meeste klachten van de gehoorvermindering?

Beleving van de gehoorklachten?

Overige medische anamnese?

Rookt U? j / n

vroeger? j / n

aantal pakjes?

Alcohol? j / n

Wat zijn de hobby's?

Zijn er andere (chronische) aandoeningen? j / n

welke?

langdurige medicamenteuze behandelingen? j / n

welke medicijnen:

Doseringhoe lang?

Dosering.....hoe lang?

Opnemen in een ziekenhuis? j / n

Waar?

Welke specialist?

welk jaar?

Operaties met narcose? j / n

duur operatie?

Soort operatie?

Hoe is de algemene conditie nu?

Bijlage 2

gemiddeld verlies

lft	mannen	vrouwen	lft	mannen	vrouwen	lft	mannen	vrouwen
<36	0	0	51	10	5	66	15	15
37	5	0	52	10	5	67	20	15
38	5	0	53	10	5	68	20	15
39	5	5	54	10	10	69	20	15
40	5	5	55	10	10	70	20	15
41	5	5	56	10	10	71	20	15
42	5	5	57	10	10	72	20	15
43	5	5	58	10	10	73	25	20
44	5	5	59	10	10	74	25	20
45	5	5	60	15	10	75	25	20
46	5	5	61	15	10	76	25	20
47	5	5	62	15	10	77	25	20
48	5	5	63	15	10	78	25	20
49	5	5	64	15	10	79	30	20
50	10	5	65	15	15	80	30	20

Relatie tussen de leeftijd en de gemiddelde toonaudiometrische drempel bij 1, 2 en 3 kHz (PTA_{1,2,3}) volgens ISO 7029, geëxtrapoleerd tot de leeftijd van 80 jaar en afgerond op veelvouden van 5 dB.

Bijlage 3

'disability' percentages

Gem. verlies beste oor	Gemiddeld verschil tussen beide oren (PTA-verschil)	Gemiddeld gehoorverlies bij 1, 2 en 3 kHz (PTA _{1,2,3}) voor het beste oor en de asymmetrie tussen de oren.
-10	0	30
-5	0	7
0	1	8
5	2	9
10	3	10
15	4	11
20	5	12
25	6	13
30	7	14
35	8	15
40	9	16
45	10	17
50	11	18
55	12	19
60	13	20
65	14	21
70	15	22
75	16	23
80	17	24
85	18	25
90	19	26
95	20	27
100	21	28
105	22	29
110	23	30
115	24	31
120	25	32
	26	33
	27	34
	28	35
	29	36
	30	37
	31	38
	32	39
	33	40
	34	41
	35	42
	36	43
	37	44
	38	45
	39	46
	40	47
	41	48
	42	49
	43	50
	44	51
	45	52
	46	53
	47	54
	48	55
	49	56
	50	57
	51	58
	52	59
	53	60
	54	61
	55	62
	56	63
	57	64
	58	65
	59	66
	60	67
	61	68
	62	69
	63	70
	64	71
	65	72
	66	73
	67	74
	68	75
	69	76
	70	77
	71	78
	72	79
	73	80
	74	81
	75	82
	76	83
	77	84
	78	85
	79	86
	80	87
	81	88
	82	89
	83	90
	84	91
	85	92
	86	93
	87	94
	88	95
	89	96
	90	97
	91	98
	92	99
	93	100
	94	101
	95	102
	96	103
	97	104
	98	105
	99	106
	100	107
	101	108
	102	109
	103	110
	104	111
	105	112
	106	113
	107	114
	108	115
	109	116
	110	117
	111	118
	112	119
	113	120
	114	121
	115	122
	116	123
	117	124
	118	125
	119	126
	120	127
	121	128
	122	129
	123	130
	124	131
	125	132
	126	133
	127	134
	128	135
	129	136
	130	137
	131	138
	132	139
	133	140
	134	141
	135	142
	136	143
	137	144
	138	145
	139	146
	140	147
	141	148
	142	149
	143	150
	144	151
	145	152
	146	153
	147	154
	148	155
	149	156
	150	157
	151	158
	152	159
	153	160
	154	161
	155	162
	156	163
	157	164
	158	165
	159	166
	160	167
	161	168
	162	169
	163	170
	164	171
	165	172
	166	173
	167	174
	168	175
	169	176
	170	177
	171	178
	172	179
	173	180
	174	181
	175	182
	176	183
	177	184
	178	185
	179	186
	180	187
	181	188
	182	189
	183	190
	184	191
	185	192
	186	193
	187	194
	188	195
	189	196
	190	197
	191	198
	192	199
	193	200
	194	201
	195	202
	196	203
	197	204
	198	205
	199	206
	200	207
	201	208
	202	209
	203	210
	204	211
	205	212
	206	213
	207	214
	208	215
	209	216
	210	217
	211	218
	212	219
	213	220
	214	221
	215	222
	216	223
	217	224
	218	225
	219	226
	220	227
	221	228
	222	229
	223	230
	224	231
	225	232
	226	233
	227	234
	228	235
	229	236
	230	237
	231	238
	232	239
	233	240
	234	241
	235	242
	236	243
	237	244
	238	245
	239	246
	240	247
	241	248
	242	249
	243	250
	244	251
	245	252
	246	253
	247	254
	248	255
	249	256
	250	257
	251	258
	252	259
	253	260
	254	261
	255	262
	256	263
	257	264
	258	265
	259	266
	260	267
	261	268
	262	269
	263	270
	264	271
	265	272
	266	273
	267	274
	268	275
	269	276
	270	277
	271	278
	272	279
	273	280
	274	281
	275	282
	276	283
	277	284
	278	285
	279	286
	280	287
	281	288
	282	289
	283	290
	284	291
	285	292
	286	293
	287	294
	288	295
	289	296
	290	297
	291	298
	292	299
	293	300
	294	301
	295	302
	296	303
	297	304
	298	305
	299	306
	300	307
	301	308
	302	309
	303	310
	304	311
	305	312
	306	313
	307	314
	308	315
	309	316
	310	317
	311	318
	312	319
	313	320
	314	321
	315	322
	316	323
	317	324
	318	325
	319	326
	320	327
	321	328
	322	329
	323	330
	324	331
	325	332
	326	333
	327	334
	328	335
	329	336
	330	337
	331	338
	332	339
	333	340
	334	341
	335	342
	336	343
	337	344
	338	345
	339	346
	340	347
	341	348
	342	349
	343	350
	344	351
	345	352
	346	353
	347	354
	348	355
	349	356
	350	357
	351	358
	352	359
	353	360
	354	361
	355	362
	356	363
	357	364
	358	365
	359	366
	360	367
	361	368
	362	369
	363	370
	364	371
	365	372
	366	373
	367	374
	368	375
	369	376
	370	377
	371	378
	372	379
	373	380
	374	381
	375	382
	376	383
	377	384
	378	385
	379	386
	380	387
	381	388
	382	389
	383	390
	384	391
	385	392
	386	393
	387	394
	388	395
	389	396
	390	397
	391	398
	392	399
	393	400
	394	401
	395	402
	396	403
	397	404
	398	405
	399	406
	400	407
	401	408
	402	409
	403	410
	404	411
	405	412
	406	413
	407	414
	408	415
	409	416
	410	417
	411	418
	412	419
	413	420
	414	421
	415	422
	416	423
	417	424
	418	425
	419	426
	420	427
	421	428
	422	429
	423	430
	424	431
	425	432
	426	433
	427	434
	428	435
	429	436
	430	437
	431	438
	432	439
	433	440

Bijlage 4

Voorbeeldberekeningen bij hoofdstuk 4 (O.S. van Hees)

Casus A

Het eerste voorbeeld betreft een medewerker A van een productiebedrijf die gedeeltelijk in de productiehil werkzaam is, gedeeltelijk een administratieve taak heeft en bovendien nog in de dorpsharmonie speelt. Mutatis mutandis kunnen andere expositievoorbeelden bedacht worden. We gaan uit van een werkweek van 5 dagen, hetgeen in Nederland meestal ongeveer 220 werkdagen oplevert. De werkzaamheden en de hobby van A zien er als volgt uit:

- in productiehil 5.5 uur per dag in 86 dB(A); dit zullen we $L_{Aeqw,1}$ noemen, een geluidequivalent (hier 86 dB(A)) gedurende een bepaalde tijd t_1 (hier 5.5 uur) op het werk.
- op de administratie 2.5 uur per dag in 72 dB(A), dit zullen we $L_{Aeqw,2}$ noemen gedurende de tijd t_2 .
- in de harmonie 4 uur/week (32 weken), 104 dB(A). Dit zullen we $L_{Aeqw,3}$ noemen gedurende de tijd t_3 .

Het is overzichtelijker de dagdosis om te rekenen in expositie-uren per jaar. In de uiteindelijke vaststelling van de totale geluidexpositie zal dit niets uitmaken of de gemiddelde dosis per dag of per jaar wordt aangegeven, alles wordt immers omgerekend naar 8h L_{Aeq} , de 8-uursequivalent. Hierbij wordt de geluidbelasting voorgesteld (als het ware uitgesmeerd) over een werkdag van 8 uur. Tegenwoordig wordt deze 8h L_{Aeq} genoteerd als L_{EX} .

De berekening van de jaardosis in uren gaat als volgt:

Hoog niveau van 86 dB(A) gedurende 5.5 uur per dag:
hoog 5.5 u/d = $220 * 5.5 = 1210$ uur/jaar,
(waarbij 220 het aantal werkdagen per jaar is).

Laag niveau van 72 dB(A) gedurende 2.5 uur per dag:
laag 2.5 u/d = $220 * 2.5 = 550$ uur/jaar.

De berekening van de jaardosis door de harmonie gaat als volgt:

Hobby niveau van 104 dB(A) gedurende 4 uur per week in 32 weken:
hobby 4 u/week 32 weken = 128 uur/jaar.

De totale expositieduur is $1210 + 550 + 128 = 1888$ uur/jaar. Deze totale duur wordt voorgesteld door de letter T.

De L_{EX} van de drie expositieniveaus worden als volgt berekend:

$$L_{EX} = L_{Aeqw,1} + 10 * \log(t_1/T), \text{ waarin } T=1888 \text{ uur.}$$

Substitutie van de getallen levert het volgende op:

$$L_{EX,1} = 86 + 10 * \log(1210/1888) = 84.1 \text{ dB(A)}$$

De 8-uurs equivalent van het hoge geluidniveau in het werk is dus nu 84.1 dB(A).

De berekening van het lage werkniveau en de hobby gaat analoog:

$$L_{EX2} = 72 + 10 * \log(550/1888) = 66.6 \text{ dB(A)}$$
$$L_{EX3} = 104 + 10 * \log(128/1888) = 92.3 \text{ dB(A)}$$

De berekening van de totale expositie (= L_{EX}) gaat als volgt:

$$L_{EX} = 10 * \log\{10^{L_{EX1}/10} + 10^{L_{EX2}/10} + 10^{L_{EX3}/10}\}$$

Dit levert op:

$$L_{EX} = 10 * \log\{10^{84.1/10} + 10^{66.6/10} + 10^{104/10}\} = 93 \text{ dB(A)}$$

De totale geluidexpositie gedurende een jaar, c.q. een dag is 93 dB(A). Wordt nu de totale dosis in de werksituatie berekend, dan blijkt volgens de formule, waarbij uiteraard alleen de L_{EX1} en de L_{EX2} gebruikt worden, 84 dB(A) te zijn. Dit is een niveau dat schadelijk geacht wordt te zijn, hoewel de hobby van A een substantiële bijdrage vormt aan zijn gehoorbeschadiging.

Het volgende voorbeeld maakt duidelijk dat een berekening van het totale expositieniveau en het achterhalen van de deelniveaus wezenlijk is voor de beoordeling van schadeclaims.

Casus B

B werkt in hetzelfde productiebedrijf, maar op een afdeling met een aanzienlijk minder hoog geluidniveau. Hij werkt 8 uur per dag in een geluidniveau van 79 dB(A). Daarnaast speelt hij in dezelfde dorpsharmonie als A, ook gedurende 4 uur per week in een geluidniveau van 104 dB(A).

Met de bovenstaande formules voor ogen gaat de berekening als volgt:

Hoog niveau van 79 dB(A) gedurende 8 uur per dag:
hoog 8 u/d = $220 * 8 = 1760$ uur/jaar,

waarbij 220 het aantal werkdagen per jaar is.

De berekening van de jaardosis door de harmonie gaat als volgt:

Hobby niveau van 104 dB(A) gedurende 4 uur per week in 32 weken:
hobby 4 u/week 32 weken = 128 uur/jaar.

De totale expositieduur is $1760 + 128 = 1888$ uur/jaar. Deze totale duur wordt voorgesteld door de letter T.

De L_{EX} van de twee expositieniveaus worden als volgt berekend:

$$L_{EX} = L_{Aeqw,1} + 10 * \log(t_1/T), \text{ waarin } T=1888 \text{ uur.}$$

Substitutie van de getallen levert het volgende op:

$$L_{EX,1} = 79 + 10 * \log(1760/1888) = 78.7 \text{ dB(A)}$$

De 8-uurs equivalent van het hoge geluidniveau in het werk is dus nu 78.7 dB(A).

De berekening van de hobby gaat analoog:

$$L_{EX2} = 104 + 10 * \log(128/1888) = 92.3 \text{ dB(A)}$$

De berekening van de totale expositie (= L_{EX}) gaat als volgt:

$$L_{EX} = 10 * \log\{10^{L_{EX1}/10} + 10^{L_{EX2}/10}\}$$

Dit levert op:

$$L_{EX} = 10 * \log\{10^{78.7/10} + 10^{104/10}\} = 92 \text{ dB(A)}$$

De totale geluidexpositie gedurende een jaar, c.q. een dag is 92 dB(A). Wordt nu de totale dosis in de werksituatie berekend, dan blijkt volgens de formule, waarbij uiteraard alleen de L_{EX1} gebruikt wordt, 79 dB(A) te zijn. Dit is een niveau dat **niet** schadelijk geacht wordt te zijn. De hobby van B zal derhalve de voornaamste oorzaak van zijn gehoorbeschadiging zijn.

Opvallend is ook dat de totale jaardosis bij A 93 dB(A) is, en bij B 92 dB(A), terwijl hun geluidexpositieniveaus in het werk aanzienlijk verschillen. Dit geringe verschil in de totale exposities wordt veroorzaakt door het hoge expositieniveau van hun hobby's.

Het dragen van een Walkman naar en van het werk gedurende bijvoorbeeld 4 uur per week en met een niveau van 104 dB(A) zal een adequaat gehoorbeschermingsprogramma op het werk derhalve volkomen teniet doen !

Bijlage 5

Vragenlijst van de Vrije Universiteit bij hoofdstuk 7 (T.S. Kapteyn)



VRAGENLIJST BIJ ONDERZOEK NAAR BELEVING SLECHTHORENDHEID

Horen is meer dan waarnemen van geluid. Voor de veiligheid bijvoorbeeld is het belangrijk te weten wat voor soort geluid men hoort en waar dat geluid vandaan komt. Ook de mogelijkheid anderen te kunnen verstaan, is van groot belang. Het luisteren naar muziek is een vorm van horen die eveneens van grote waarde is.

Bij slechthorendheid kunnen de genoemde aspecten van horen in verschillende mate aangetast zijn en ook zijn de diverse vormen van horen niet voor iedereen even belangrijk.

In deze vragenlijst wordt over verschillende aspecten van horen een aantal vragen gesteld. Wij willen graag weten welke van die aspecten bij u moeilijkheden opleveren en met welke regelmaat die moeilijkheden zich voordoen. Daarnaast vragen wij u naar uw gehoor zoals dat vroeger was. Het is mogelijk dat u vroeger goed hoorde en dat uw gehoor in de loop van de tijd slechter is geworden of dat u plotseling slechthorend bent geworden. Daarnaast kan het zijn dat u altijd slecht hebt gehoord. Ook dan is het overigens mogelijk dat uw gehoor is veranderd.

Slechthorenden die goedgehoord zijn geweest weten wat het is om als goedgehoorde in de samenleving te functioneren en welke wezenlijke veranderingen er als gevolg van hun achteruitgang van het gehoor zijn opgetreden. Ook mensen die altijd slecht hebben gehoord kunnen aangeven of zij moeilijkheden in een horende samenleving ervaren. Slechthorendheid kan direkt gevolgen hebben voor het wel-bevinden en voor het functioneren in uiteenlopende situaties.

Wij willen in dit onderzoek daarom eveneens nagaan in welke situaties in het alledaagse leven u door uw slechthorendheid gehinderd wordt.

Niet alle slechthorenden hoeven zich gehinderd te voelen in het functioneren en de beperking hoeft ook niet voor iedereen dezelfde te zijn. Bij de één kan het gevolg van slechthorendheid zich uiten in een onveilig gevoel in het verkeer, omdat er bepaalde geluiden op straat niet meer gehoord of herkend worden en de ander kan zich beperkt voelen omdat bijvoorbeeld het bespelen van een muziekinstrument niet meer mogelijk is. De derde is helemaal niet geïnteresseerd in muziek en zal zich daarom ook niet druk maken om het niet kunnen bespelen van een instrument.

Elke slechthorende zelf kan het beste aangeven waar voor hem of haar de knelpunten liggen. Daarom leggen wij deze vragenlijst aan u voor. Door middel van deze lijst krijgt u de mogelijkheid aan te geven of u door uw slechthorendheid gehinderd wordt en zo ja, wanneer en in welke mate.

Wij vragen u deze lijst zorgvuldig in te vullen.

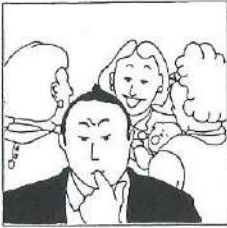
U zult ongeveer een half uur nodig hebben om alle vragen te beantwoorden.

Neem allereerst grondig de voorbeelden door.

Voor het terugzenden van de vragenlijst kunt u de bijgesloten antwoordenvolpde gebruiken.

Wij wijzen u er tenslotte op dat al uw gegevens strikt vertrouwelijk worden behandeld.

Bijvoorbaat danken wij u heel hartelijk voor uw medewerking.



VOORBEELDEN

Er volgen nu twee voorbeeldvragen. Neem die en de uitleg daarbij grondig door. Het invullen van de lijst zal dan gemakkelijker verlopen. Het is de bedoeling dat u bij het beantwoorden van de vragen uitgaat van de situatie ZONDER hulpmiddelen, zoals een hoortoestel of een versterker op de telefoon of huisbel.

Het is mogelijk dat er situaties zijn waarin u zich ECHT NOOIT zonder hoortoestel bevindt.

U kunt dan niet aangeven hoe u in die situatie hoort zonder hoortoestel. Ga dan niet gissen, maar ga voor die situatie na hoe u hoort MET hoortoestel. Geef dat aan door het cirkeltje op de aangegeven plaats, direkt onder de vraag, in te kleuren.

Als er situaties zijn waarin u zich soms mét en soms zonder hoortoestel begeeft, ga dan uit van de situatie ZONDER hoortoestel.

Alle vragen van deze lijst zijn opgebouwd uit drie deelvragen. In vraag A wordt gevraagd naar uw gehoor in de aangegeven situatie op dit moment.

In vraag B wordt gevraagd hoe dat vroeger was.

Het laatste deel van elke vraag gaat over de hinder of de beperking die u ervaart als gevolg van het slecht kunnen horen of verstaan in de aangegeven situatie. Deze derde deelvraag is alleen van belang indien bij A is aangegeven dat het horen of verstaan in die situatie moeilijk is. In C wordt gevraagd hoe hinderlijk of lastig het is slechthorend te zijn in deze situatie.

Degenen die bij A aangaven geen moeite te hebben met horen of verstaan in die situatie, kunnen de bijbehorende vraag C overslaan.

VOORBEELD 1: KUNT U IN EEN RUSTIG HUIS HET GELUID VAN ZOEMENDE MUGGEN HOREN?



1a. Nu en zonder hoortoestel: bijna nooit soms vaak bijna altijd

Deze situatie ken ik alleen mét hoortoestel, dus bovenstaand antwoord geeft mijn situatie mét hoortoestel weer

1b. Vroeger toen u misschien goed of beter hoorde: bijna nooit soms vaak bijna altijd

Deze situatie kende ik alleen mét hoortoestel, dus bovenstaand antwoord geeft mijn situatie mét hoortoestel weer

Vraag 1c hoeft u alleen te beantwoorden als u bij vraag 1a bijna nooit of soms aankruiste!

1c. Vindt u het hinderlijk dat u in huis het geluid van zoemende muggen slecht kunt horen? nee een beetje erg hinderlijk heel erg hinderlijk

UITLEG BIJ VRAAG 1:

▷ Veronderstel dat u thuis nooit een hoortoestel draagt. U kunt dan nagaan of u zonder toestel muggen hoort zoemen. U heeft wat moeite met het horen van zoemende muggen in huis en daarom kruist u "soms" aan. Het cirkeltje onder deze eerste vraag kleurt u NIET in, want in deze situatie (thuis) bent u altijd ZONDER hoortoestel. (Als u thuis af en toe mét en af en toe zonder hoortoestel bent, ga dan altijd uit van de situatie ZONDER hoortoestel.)

▷ Dan gaat u na hoe het vroeger was. Vroeger hoorde u misschien altijd de muggen zoemen. U kruist dan mogelijkheid "bijna altijd" aan en omdat u vroeger GEEN hoortoestel droeg, kleurt u het cirkeltje onder de vraag NIET in.

▷ Dan volgt vraag C. Omdat u bij A aangaf dat u soms zoemende muggen hoort, is deze vraag C WEL op u van toepassing. Dat wordt ook boven de vraag in schuine letters aangegeven. Het is dus de bedoeling dat u vraag C beantwoordt. Vindt u het hinderlijk dat u het gezoem van muggen in huis slecht hoort? Het kan zijn dat u het erg vervelend vindt dat u de muggen niet hoort. De kans is immers groter dat u gestoken wordt, omdat u de muggen niet op tijd weg kunt jagen. Telkens op het moment dat u gestoken wordt ontdekt u dat er een mug is en dan is het te laat. U vindt het bijvoorbeeld "heel erg hinderlijk" dat u de muggen niet hoort. Dat geeft u aan door "heel erg hinderlijk" aan te kruisen.

▷ Het is heel goed mogelijk dat een ander het helemaal niet hinderlijk vindt dat hij de muggen niet hoort. Het gezoem van muggen maakt hem nerveus en angstig. Sinds hij de muggen niet (meer) hoort voelt deze persoon zich een stuk prettiger. Deze slechthorende kruist dan ook het hokje "nee" aan. Hij hoort de muggen niet, maar dat is voor hem niet hinderlijk of lastig.



VOORBEELD 2: KUNT U OP STRAAT HONDEN HOREN BLAFFEN?

- 2a. Nu en zonder hoortoestel: bijna nooit soms vaak bijna altijd
- Deze situatie ken ik alleen mét hoortoestel, dus bovenstaand antwoord geeft mijn situatie mét hoortoestel weer

- 2b. Vroeger toen u misschien goed of beter hoorde: bijna nooit soms vaak bijna altijd
- Deze situatie kende ik alleen mét hoortoestel, dus bovenstaand antwoord geeft mijn situatie mét hoortoestel weer

Vraag 2c hoeft u alleen te beantwoorden als u bij vraag 2a bijna nooit of soms aankruist!

- 2c. Vindt u het hinderlijk dat u op straat slecht de honden kunt horen blaffen? nee een beetje erg hinderlijk heel erg hinderlijk

UITLEG BIJ VRAAG 2:

▷ Misschien begeeft u zich absoluut nooit zonder hoortoestel op straat. U bent dan altijd MET hoortoestel op straat. In dat geval kunt u niet nagaan of u ZONDER HOORTOESTEL honden op straat hoort blaffen. Het is de bedoeling dat u dan nagaat of u MET hoortoestel op straat honden kunt horen blaffen. Het is mogelijk dat u het vaak hoort als honden blaffen. U kruist "vaak" aan en omdat u deze situatie echt alleen MET hoortoestel kent, kleurt u extra het cirkeltje onder deze vraag in.

▷ Dan gaat u naar B. U gaat na of u VROEGER honden op straat hoorde blaffen. Als u bijvoorbeeld vroeger geen problemen had met uw gehoor (en dus ook geen hoortoestel droeg) en u hoorde het altijd wanneer een hond blafte, dan kruist u het hokje "bijna altijd" aan. Het cirkeltje direct onder deze vraag hoeft u dan NIET in te kleuren, omdat u vroeger nooit een hoortoestel droeg.

▷ Tenslotte volgt vraag C. Omdat u bij A invulde dat u VAAK honden hoort blaffen, is vraag C NIET op u van toepassing. U kunt deze vraag C dus overslaan en doorgaan naar de volgende vraag.



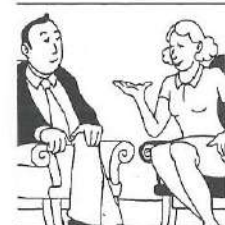
KUNT U EEN WINKELBEDIENDE IN EEN DRUKKE WINKEL VERSTAAN?

- 1a. Nu en zonder hoortoestel: bijna nooit soms vaak bijna altijd
- Deze situatie ken ik alleen mét hoortoestel, dus bovenstaand antwoord geeft mijn situatie mét hoortoestel weer

- 1b. Vroeger toen u misschien goed of beter hoorde: bijna nooit soms vaak bijna altijd
- Deze situatie kende ik alleen mét hoortoestel, dus bovenstaand antwoord geeft mijn situatie mét hoortoestel weer

Vraag 1c hoeft u alleen te beantwoorden als u bij vraag 1a bijna nooit of soms invulde!

- 1c. Vindt u het hinderlijk dat u een winkelbediende in een drukke winkel slecht kunt verstaan? nee een beetje erg hinderlijk heel erg hinderlijk



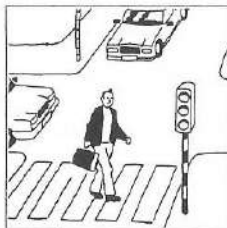
KUNT U MET ÉÉN PERSOON IN EEN RUSTIGE OMGEVING EEN GESPREK VOEREN?

- 2a. Nu en zonder hoortoestel: bijna nooit soms vaak bijna altijd
- Deze situatie ken ik alleen mét hoortoestel, dus bovenstaand antwoord geeft mijn situatie mét hoortoestel weer

- 2b. Vroeger toen u misschien goed of beter hoorde: bijna nooit soms vaak bijna altijd
- Deze situatie kende ik alleen mét hoortoestel, dus bovenstaand antwoord geeft mijn situatie mét hoortoestel weer

Vraag 2c hoeft u alleen te beantwoorden als u bij vraag 2a bijna nooit of soms invulde!

- 2c. Vindt u het hinderlijk dat u moeilijk een gesprek met één persoon in een rustige omgeving kunt voeren? nee een beetje erg hinderlijk heel erg hinderlijk



HOORT U OP STRAAT ONMIDDELIJK VANUIT WELKE RICHTING EEN AUTO AAN KOMT RIJDEN?

3a. Nu en zonder hoortoestel: bijna nooit soms vaak bijna altijd

Deze situatie ken ik alleen mét hoortoestel, dus bovenstaand antwoord geeft mijn situatie mét hoortoestel weer

3b. Vroeger toen u misschien goed of beter hoorde: bijna nooit soms vaak bijna altijd

Deze situatie kende ik alleen mét hoortoestel, dus bovenstaand antwoord geeft mijn situatie mét hoortoestel weer

Vraag 3c hoeft u alleen te beantwoorden als u bij vraag 3a bijna nooit of soms invulde!

3c. Vindt u het hinderlijk dat u slecht kunt horen vanuit welke richting een auto aan komt rijden? nee een beetje erg hinderlijk heel erg hinderlijk



KUNT U AUTO'S HOREN DIE PASSEREN OF AAN KOMEN RIJDEN?

4a. Nu en zonder hoortoestel: bijna nooit soms vaak bijna altijd

Deze situatie ken ik alleen mét hoortoestel, dus bovenstaand antwoord geeft mijn situatie mét hoortoestel weer

4b. Vroeger toen u misschien goed of beter hoorde: bijna nooit soms vaak bijna altijd

Deze situatie kende ik alleen mét hoortoestel, dus bovenstaand antwoord geeft mijn situatie mét hoortoestel weer

Vraag 4c hoeft u alleen te beantwoorden als u bij vraag 4a bijna nooit of soms invulde!

4c. Vindt u het hinderlijk dat u een auto, die passeert of aan komt rijden, slecht kunt horen? nee een beetje erg hinderlijk heel erg hinderlijk



HERKENT U VERSCHILLENDE FAMILIELEDEN AAN HUN STEMMEN?

5a. Nu en zonder hoortoestel: bijna nooit soms vaak bijna altijd

Deze situatie ken ik alleen mét hoortoestel, dus bovenstaand antwoord geeft mijn situatie mét hoortoestel weer

5b. Vroeger toen u misschien goed of beter hoorde: bijna nooit soms vaak bijna altijd

Deze situatie kende ik alleen mét hoortoestel, dus bovenstaand antwoord geeft mijn situatie mét hoortoestel weer

Vraag 5c hoeft u alleen te beantwoorden als u bij vraag 5a bijna nooit of soms invulde!

5c. Vindt u het hinderlijk dat u familieleden slecht aan hun stemmen kunt herkennen? nee een beetje erg hinderlijk heel erg hinderlijk



KUNT U EEN BEPAALDE MELODIE IN EEN MUZIEKSTUK OF EEN LIED HERKENNEN?

6a. Nu en zonder hoortoestel: bijna nooit soms vaak bijna altijd

Deze situatie ken ik alleen mét hoortoestel, dus bovenstaand antwoord geeft mijn situatie mét hoortoestel weer

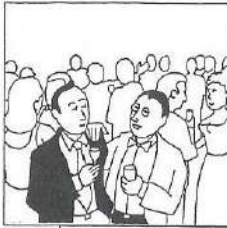
6b. Vroeger toen u misschien goed of beter hoorde: bijna nooit soms vaak bijna altijd

Deze situatie kende ik alleen mét hoortoestel, dus bovenstaand antwoord geeft mijn situatie mét hoortoestel weer

Vraag 6c hoeft u alleen te beantwoorden als u bij vraag 6a bijna nooit of soms invulde!

6c. Vindt u het hinderlijk dat u een bepaalde melodie in een muziekstuk of een lied slecht kunt herkennen? nee een beetje erg hinderlijk heel erg hinderlijk

KUNT U IEMAND VERSTAAN DIE U AANSPREKT OP EEN VERJAARDAGSFEEST OF EEN RECEPTIE?



- 7a. Nu en zonder hoortoestel: bijna nooit soms vaak bijna altijd
- Deze situatie ken ik alleen mét hoortoestel, dus bovenstaand antwoord geeft mijn situatie mét hoortoestel weer

- 7b. Vroeger toen u misschien goed of beter hoorde: bijna nooit soms vaak bijna altijd
- Deze situatie kende ik alleen mét hoortoestel, dus bovenstaand antwoord geeft mijn situatie mét hoortoestel weer

Vraag 7c hoeft u alleen te beantwoorden als u bij vraag 7a bijna nooit of soms invulde!

- 7c. Vindt u het hinderlijk dat u iemand, die u aanspreekt op een verjaardagsfeest of een receptie, slecht kunt verstaan? nee een beetje erg hinderlijk heel erg hinderlijk

KUNT U HOREN VANUIT WELKE HOEK VAN DE ZAAL EEN VRAAG GESTELD WORDT TIJDENS EEN BIJEENKOMST?



- 9a. Nu en zonder hoortoestel: bijna nooit soms vaak bijna altijd
- Deze situatie ken ik alleen mét hoortoestel, dus bovenstaand antwoord geeft mijn situatie mét hoortoestel weer

- 9b. Vroeger toen u misschien goed of beter hoorde: bijna nooit soms vaak bijna altijd
- Deze situatie kende ik alleen mét hoortoestel, dus bovenstaand antwoord geeft mijn situatie mét hoortoestel weer

Vraag 9c hoeft u alleen te beantwoorden als u bij vraag 9a bijna nooit of soms invulde!

- 9c. Vindt u het hinderlijk dat u moeilijk kunt horen vanuit welke hoek van de zaal een vraag gesteld wordt tijdens een bijeenkomst? nee een beetje erg hinderlijk heel erg hinderlijk

KUNT U EEN TELEFOONGESPRAK VOEREN IN EEN RUSTIGE KAMER?



- 8a. Nu en zonder hoortoestel: bijna nooit soms vaak bijna altijd
- Deze situatie ken ik alleen mét hoortoestel, dus bovenstaand antwoord geeft mijn situatie mét hoortoestel weer

- 8b. Vroeger toen u misschien goed of beter hoorde: bijna nooit soms vaak bijna altijd
- Deze situatie kende ik alleen mét hoortoestel, dus bovenstaand antwoord geeft mijn situatie mét hoortoestel weer

Vraag 8c hoeft u alleen te beantwoorden als u bij vraag 8a bijna nooit of soms invulde!

- 8c. Vindt u het hinderlijk dat u een telefoongesprek, in een rustige omgeving, slecht kunt voeren? nee een beetje erg hinderlijk heel erg hinderlijk

HOORT U HET WANNEER IEMAND VAN ACHTEREN NAAR U TOE KOMT LOPEN?



- 10a. Nu en zonder hoortoestel: bijna nooit soms vaak bijna altijd
- Deze situatie ken ik alleen mét hoortoestel, dus bovenstaand antwoord geeft mijn situatie mét hoortoestel weer

- 10b. Vroeger toen u misschien goed of beter hoorde: bijna nooit soms vaak bijna altijd
- Deze situatie kende ik alleen mét hoortoestel, dus bovenstaand antwoord geeft mijn situatie mét hoortoestel weer

Vraag 10c hoeft u alleen te beantwoorden als u bij vraag 10a bijna nooit of soms invulde!

- 10c. Vindt u het hinderlijk dat u het slecht hoort wanneer er iemand van achteren naar u toe komt lopen? nee een beetje erg hinderlijk heel erg hinderlijk



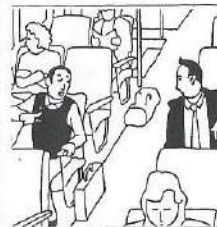
KUNT U EEN TV-PRESENTATOR ALLEEN AAN ZIJN STEM HERKENNEN?

- 11a. Nu en zonder hoortoestel: bijna nooit soms vaak bijna altijd
- Deze situatie ken ik alleen mét hoortoestel, dus bovenstaand antwoord geeft mijn situatie mét hoortoestel weer

- 11b. Vroeger toen u misschien goed of beter hoorde: bijna nooit soms vaak bijna altijd
- Deze situatie kende ik alleen mét hoortoestel, dus bovenstaand antwoord geeft mijn situatie mét hoortoestel weer

Vraag 11c hoeft u alleen te beantwoorden als u bij vraag 11a bijna nooit of soms invulde!

- 11c. Vindt u het hinderlijk dat u een tv-presentator slecht aan zijn stem kunt herkennen? nee een beetje erg hinderlijk heel erg hinderlijk



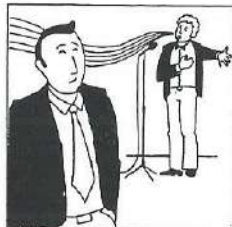
KUNT U ZONDER VEEL INSPANNING IEMAND VERSTAAN DIE NAAST U IN DE BUS OF IN DE AUTO ZIT?

- 13a. Nu en zonder hoortoestel: bijna nooit soms vaak bijna altijd
- Deze situatie ken ik alleen mét hoortoestel, dus bovenstaand antwoord geeft mijn situatie mét hoortoestel weer

- 13b. Vroeger toen u misschien goed of beter hoorde: bijna nooit soms vaak bijna altijd
- Deze situatie kende ik alleen mét hoortoestel, dus bovenstaand antwoord geeft mijn situatie mét hoortoestel weer

Vraag 13c hoeft u alleen te beantwoorden als u bij vraag 13a bijna nooit of soms invulde!

- 13c. Vindt u het hinderlijk dat u iemand, die naast u in de bus of in de auto zit, slecht kunt verstaan? nee een beetje erg hinderlijk heel erg hinderlijk



KUNT U GEZONGEN TEKST (NEDERLANDS) VERSTAAN?

- 12a. Nu en zonder hoortoestel: bijna nooit soms vaak bijna altijd
- Deze situatie ken ik alleen mét hoortoestel, dus bovenstaand antwoord geeft mijn situatie mét hoortoestel weer

- 12b. Vroeger toen u misschien goed of beter hoorde: bijna nooit soms vaak bijna altijd
- Deze situatie kende ik alleen mét hoortoestel, dus bovenstaand antwoord geeft mijn situatie mét hoortoestel weer

Vraag 12c hoeft u alleen te beantwoorden als u bij vraag 12a bijna nooit of soms invulde!

- 12c. Vindt u het hinderlijk dat u (nederlands) gezongen tekst slecht verstaat? nee een beetje erg hinderlijk heel erg hinderlijk



VERSTAAT U DE NIEUWSLEZER OP DE RADIO BIJ EEN NORMAAL VOLUME?

- 14a. Nu en zonder hoortoestel: bijna nooit soms vaak bijna altijd
- Deze situatie ken ik alleen mét hoortoestel, dus bovenstaand antwoord geeft mijn situatie mét hoortoestel weer

- 14b. Vroeger toen u misschien goed of beter hoorde: bijna nooit soms vaak bijna altijd
- Deze situatie kende ik alleen mét hoortoestel, dus bovenstaand antwoord geeft mijn situatie mét hoortoestel weer

Vraag 14c hoeft u alleen te beantwoorden als u bij vraag 14a bijna nooit of soms invulde!

- 14c. Vindt u het hinderlijk dat u de nieuwslezer op de radio, bij een normaal volume slecht kunt verstaan? nee een beetje erg hinderlijk heel erg hinderlijk



KIJKT U ONMIDDELIJK DE GOEDE KANT OP ALS U OP STRAAT DOOR IEMAND GEROEPEN WORDT?

- 15a. Nu en zonder hoortoestel: bijna nooit soms vaak bijna altijd
- Deze situatie ken ik alleen mét hoortoestel, dus bovenstaand antwoord geeft mijn situatie mét hoortoestel weer

- 15b. Vroeger toen u misschien goed of beter hoorde: bijna nooit soms vaak bijna altijd
- Deze situatie kende ik alleen mét hoortoestel, dus bovenstaand antwoord geeft mijn situatie mét hoortoestel weer

Vraag 15c hoeft u alleen te beantwoorden als u bij vraag 15a bijna nooit of soms invulde!

- 15c. Vindt u het hinderlijk dat u soms of bijna nooit onmiddellijk de goede kant op kijkt als u op straat door iemand geroepen wordt? nee een beetje erg hinderlijk heel erg hinderlijk



KUNT U OP STRAAT HET GELUID VAN EEN AUTO ONDERSCHIEDEN VAN HET GELUID VAN EEN BUS?

- 17a. Nu en zonder hoortoestel: bijna nooit soms vaak bijna altijd
- Deze situatie ken ik alleen mét hoortoestel, dus bovenstaand antwoord geeft mijn situatie mét hoortoestel weer

- 17b. Vroeger toen u misschien goed of beter hoorde: bijna nooit soms vaak bijna altijd
- Deze situatie kende ik alleen mét hoortoestel, dus bovenstaand antwoord geeft mijn situatie mét hoortoestel weer

Vraag 17c hoeft u alleen te beantwoorden als u bij vraag 17a bijna nooit of soms invulde!

- 17c. Vindt u het hinderlijk dat u het geluid van een auto slecht kunt onderscheiden van het geluid van een bus? nee een beetje erg hinderlijk heel erg hinderlijk



HOORT U DE GELUIDEN IN HET HUISHOUDEN (STOFZUIGER, WASMACHINE, STROMEND WATER)?

- 16a. Nu en zonder hoortoestel: bijna nooit soms vaak bijna altijd
- Deze situatie ken ik alleen mét hoortoestel, dus bovenstaand antwoord geeft mijn situatie mét hoortoestel weer

- 16b. Vroeger toen u misschien goed of beter hoorde: bijna nooit soms vaak bijna altijd
- Deze situatie kende ik alleen mét hoortoestel, dus bovenstaand antwoord geeft mijn situatie mét hoortoestel weer

Vraag 16c hoeft u alleen te beantwoorden als u bij vraag 16a bijna nooit of soms invulde!

- 16c. Vindt u het hinderlijk dat u de geluiden in het huishouden (wasmachine, stofzuiger stromend water) slecht kunt horen? nee een beetje erg hinderlijk heel erg hinderlijk



ERVAART U DAT MUZIEK TE HARD IN UW OREN KLINT, TERWIJL HET VOOR OMSTANDERS AANGENAAM KLINT?

- 18a. Nu en zonder hoortoestel: bijna nooit soms vaak bijna altijd
- Deze situatie ken ik alleen mét hoortoestel, dus bovenstaand antwoord geeft mijn situatie mét hoortoestel weer

- 18b. Vroeger toen u misschien goed of beter hoorde: bijna nooit soms vaak bijna altijd
- Deze situatie kende ik alleen mét hoortoestel, dus bovenstaand antwoord geeft mijn situatie mét hoortoestel weer

Vraag 18c hoeft u alleen te beantwoorden als u bij vraag 18a vaak of bijna altijd invulde!

- 18c. Vindt u het hinderlijk dat muziek vaak of bijna altijd te hard voor u klinkt, terwijl het voor omstanders aangenaam klinkt? nee een beetje erg hinderlijk heel erg hinderlijk



WANNEER U MET MEERDERE MENSEN AAN TAFEL ZIT TE ETEN, KUNT U HET GESPREK DAN VOLGEN?

- 19a. Nu en zonder hoortoestel: bijna nooit soms vaak bijna altijd
- Deze situatie ken ik alleen mét hoortoestel, dus bovenstaand antwoord geeft mijn situatie mét hoortoestel weer

- 19b. Vroeger toen u misschien goed of beter hoorde: bijna nooit soms vaak bijna altijd
- Deze situatie kende ik alleen mét hoortoestel, dus bovenstaand antwoord geeft mijn situatie mét hoortoestel weer

Vraag 19c hoeft u alleen te beantwoorden als u bij vraag 19a bijna nooit of soms invulde!

- 19c. Vindt u het hinderlijk dat u het gesprek aan tafel, tijdens het eten, slecht kunt volgen? nee een beetje erg hinderlijk heel erg hinderlijk



VERSTAAT U DE NIEUWSLEZER OP TV BIJ EEN NORMAAL VOLUME?

- 20a. Nu en zonder hoortoestel: bijna nooit soms vaak bijna altijd
- Deze situatie ken ik alleen mét hoortoestel, dus bovenstaand antwoord geeft mijn situatie mét hoortoestel weer

- 20b. Vroeger toen u misschien goed of beter hoorde: bijna nooit soms vaak bijna altijd
- Deze situatie kende ik alleen mét hoortoestel, dus bovenstaand antwoord geeft mijn situatie mét hoortoestel weer

Vraag 20c hoeft u alleen te beantwoorden als u bij vraag 20a bijna nooit of soms invulde!

- 20c. Vindt u het hinderlijk dat u de nieuwslezer op tv, bij een normaal volume, slecht kunt verstaan? nee een beetje erg hinderlijk heel erg hinderlijk



KUNT U IN EEN RUSTIG HUIS HOREN VANUIT WELKE HOEK VAN DE KAMER IEMAND TOT U SPREEKT?

- 21a. Nu en zonder hoortoestel: bijna nooit soms vaak bijna altijd
- Deze situatie ken ik alleen mét hoortoestel, dus bovenstaand antwoord geeft mijn situatie mét hoortoestel weer

- 21b. Vroeger toen u misschien goed of beter hoorde: bijna nooit soms vaak bijna altijd
- Deze situatie kende ik alleen mét hoortoestel, dus bovenstaand antwoord geeft mijn situatie mét hoortoestel weer

Vraag 21c hoeft u alleen te beantwoorden als u bij vraag 21a bijna nooit of soms invulde!

- 21c. Vindt u het hinderlijk dat u in een rustig huis slecht kunt horen vanuit welke hoek van de kamer iemand tot u spreekt? nee een beetje erg hinderlijk heel erg hinderlijk



KUNT U THUIS DE DEURBEL HOREN?

- 22a. Nu en zonder hoortoestel: bijna nooit soms vaak bijna altijd
- Deze situatie ken ik alleen mét hoortoestel, dus bovenstaand antwoord geeft mijn situatie mét hoortoestel weer

- 22b. Vroeger toen u misschien goed of beter hoorde: bijna nooit soms vaak bijna altijd
- Deze situatie kende ik alleen mét hoortoestel, dus bovenstaand antwoord geeft mijn situatie mét hoortoestel weer

Vraag 22c hoeft u alleen te beantwoorden als u bij vraag 22a bijna nooit of soms invulde!

- 22c. Vindt u het hinderlijk dat u thuis de deurbel slecht kunt horen? nee een beetje erg hinderlijk heel erg hinderlijk

KUNT U MANNENSTEMMEN VAN VROUWENSTEMMEN ONDERSCHIEDEN?



- 23a. Nu en zonder hoortoestel: bijna nooit soms vaak bijna altijd
- Deze situatie ken ik alleen mét hoortoestel, dus bovenstaand antwoord geeft mijn situatie mét hoortoestel weer

- 23b. Vroeger toen u misschien goed of beter hoorde: bijna nooit soms vaak bijna altijd
- Deze situatie kende ik alleen mét hoortoestel, dus bovenstaand antwoord geeft mijn situatie mét hoortoestel weer

Vraag 23c hoeft u alleen te beantwoorden als u bij vraag 23a bijna nooit of soms invulde!

- 23c. Vindt u het hinderlijk dat u mannenstemmen slecht van vrouwenstemmen kunt onderscheiden? nee een beetje erg hinderlijk heel erg hinderlijk

KUNT U IEMAND DIE U AANSPREEKT IN EEN DRUKKE STRAAT VERSTAAN?



- 25a. Nu en zonder hoortoestel: bijna nooit soms vaak bijna altijd
- Deze situatie ken ik alleen mét hoortoestel, dus bovenstaand antwoord geeft mijn situatie mét hoortoestel weer

- 25b. Vroeger toen u misschien goed of beter hoorde: bijna nooit soms vaak bijna altijd
- Deze situatie kende ik alleen mét hoortoestel, dus bovenstaand antwoord geeft mijn situatie mét hoortoestel weer

Vraag 25c hoeft u alleen te beantwoorden als u bij vraag 25a bijna nooit of soms invulde!

- 25c. Vindt u het hinderlijk dat u iemand, die u aanspreekt in een drukke straat, slecht kunt verstaan? nee een beetje erg hinderlijk heel erg hinderlijk

KUNT U RITME IN EEN MUZIEKSTUK OF LIED HOREN?



- 24a. Nu en zonder hoortoestel: bijna nooit soms vaak bijna altijd
- Deze situatie ken ik alleen mét hoortoestel, dus bovenstaand antwoord geeft mijn situatie mét hoortoestel weer

- 24b. Vroeger toen u misschien goed of beter hoorde: bijna nooit soms vaak bijna altijd
- Deze situatie kende ik alleen mét hoortoestel, dus bovenstaand antwoord geeft mijn situatie mét hoortoestel weer

Vraag 24c hoeft u alleen te beantwoorden als u bij vraag 24a bijna nooit of soms invulde!

- 24c. Vindt u het hinderlijk dat u ritme in een muziekstuk of een lied slecht kunt horen? nee een beetje erg hinderlijk heel erg hinderlijk

KUNT U HOREN MET WELKE INTONATIE EN STEMBUIGING MENSEN SPREKEN?



- 26a. Nu en zonder hoortoestel: bijna nooit soms vaak bijna altijd
- Deze situatie ken ik alleen mét hoortoestel, dus bovenstaand antwoord geeft mijn situatie mét hoortoestel weer

- 26b. Vroeger toen u misschien goed of beter hoorde: bijna nooit soms vaak bijna altijd
- Deze situatie kende ik alleen mét hoortoestel, dus bovenstaand antwoord geeft mijn situatie mét hoortoestel weer

Vraag 26c hoeft u alleen te beantwoorden als u bij vraag 26a bijna nooit of soms invulde!

- 26c. Vindt u het hinderlijk dat u slecht kunt horen met welke intonatie en stembuiging mensen spreken? nee een beetje erg hinderlijk heel erg hinderlijk



HOORT U OP STRAAT WAAR ZICH EEN TOETERENDE AUTO BEVINDT?

- 27a. Nu en zonder hoortoestel: bijna nooit soms vaak bijna altijd
- Deze situatie ken ik alleen mét hoortoestel, dus bovenstaand antwoord geeft mijn situatie mét hoortoestel weer

- 27b. Vroeger toen u misschien goed of beter hoorde: bijna nooit soms vaak bijna altijd
- Deze situatie kende ik alleen mét hoortoestel, dus bovenstaand antwoord geeft mijn situatie mét hoortoestel weer

Vraag 27c hoeft u alleen te beantwoorden als u bij vraag 27a bijna nooit of soms invulde!

- 27c. Vindt u het hinderlijk dat u op straat slecht kunt horen waar zich een toeterende auto bevindt? nee een beetje erg hinderlijk heel erg hinderlijk



HOORT U BUITEN DE VOGELS ZINGEN?

- 28a. Nu en zonder hoortoestel: bijna nooit soms vaak bijna altijd
- Deze situatie ken ik alleen mét hoortoestel, dus bovenstaand antwoord geeft mijn situatie mét hoortoestel weer

- 28b. Vroeger toen u misschien goed of beter hoorde: bijna nooit soms vaak bijna altijd
- Deze situatie kende ik alleen mét hoortoestel, dus bovenstaand antwoord geeft mijn situatie mét hoortoestel weer

Vraag 28c hoeft u alleen te beantwoorden als u bij vraag 28a bijna nooit of soms invulde!

- 28c. Vindt u het hinderlijk dat u buiten slecht de vogels kunt horen zingen? nee een beetje erg hinderlijk heel erg hinderlijk



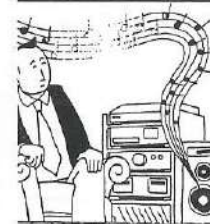
KUNT U HET GELUID VAN VERSCHILLENDE MUZIEKINSTRUMENTEN ONDSCHIEDEN?

- 29a. Nu en zonder hoortoestel: bijna nooit soms vaak bijna altijd
- Deze situatie ken ik alleen mét hoortoestel, dus bovenstaand antwoord geeft mijn situatie mét hoortoestel weer

- 29b. Vroeger toen u misschien goed of beter hoorde: bijna nooit soms vaak bijna altijd
- Deze situatie kende ik alleen mét hoortoestel, dus bovenstaand antwoord geeft mijn situatie mét hoortoestel weer

Vraag 29c hoeft u alleen te beantwoorden als u bij vraag 29a bijna nooit of soms invulde!

- 29c. Vindt u het hinderlijk dat u het geluid van verschillende muziekinstrumenten moeilijk kunt onderscheiden? nee een beetje erg hinderlijk heel erg hinderlijk



ZIJN ER DELEN IN MUZIEKSTUKKEN OF LIEDEREN DIE U MIST, TERWIJL U ANDERE DELEN IN DATZELFDE MUZIEKSTUK WEL KUNT HOREN?

- 30a. Nu en zonder hoortoestel: bijna nooit soms vaak bijna altijd
- Deze situatie ken ik alleen mét hoortoestel, dus bovenstaand antwoord geeft mijn situatie mét hoortoestel weer

- 30b. Vroeger toen u misschien goed of beter hoorde: bijna nooit soms vaak bijna altijd
- Deze situatie kende ik alleen mét hoortoestel, dus bovenstaand antwoord geeft mijn situatie mét hoortoestel weer

Vraag 30c hoeft u alleen te beantwoorden als u bij vraag 30a vaak of bijna altijd invulde!

- 30c. Vindt u het hinderlijk dat u vaak of bijna altijd bepaalde delen in een muziekstuk niet hoort, terwijl u andere delen in datzelfde muziekstuk wel kunt horen? nee een beetje erg hinderlijk heel erg hinderlijk



TOT SLOT NOG HET VOLGENDE:

Wij willen graag weten hoe MUZIEK in het algemeen voor een slechthorende KLINKT. Met de onderstaande schalen willen wij dat nagaan.

Aan de uiteinden van elke schaal staan kwaliteiten van geluid van muziek. De waarden op de schaal lopen van het ene uiterste tot het andere, van 0 tot 5.

Ga voor elke schaal na hoe u, ZONDER HOORTOESTEL, muziek in het algemeen hoort en kies dan een waarde. Omcirkel de door u gekozen waarde.

onnatuurlijk	0 ----- 1 ----- 2 ----- 3 ----- 4 ----- 5	natuurlijk
vervormd	0 ----- 1 ----- 2 ----- 3 ----- 4 ----- 5	helder
onaangenaam	0 ----- 1 ----- 2 ----- 3 ----- 4 ----- 5	aangenaam
dun	0 ----- 1 ----- 2 ----- 3 ----- 4 ----- 5	vol
rumoerig	0 ----- 1 ----- 2 ----- 3 ----- 4 ----- 5	rustig
slechte geluidskwaliteit	0 ----- 1 ----- 2 ----- 3 ----- 4 ----- 5	uitstekende geluidskwaliteit

Luistert u graag naar muziek? bijna nooit soms vaak bijna altijd

Luisterde u, toen u nog goed of beter hoorde, graag naar muziek? bijna nooit soms vaak bijna altijd

Naar welke muziek luistert u het meest? popmuziek volksmuziek klassieke muziek
 opera/koormuziek anders, namelijk

Speelt u een muziekinstrument? nee ja, namelijk

Vindt u dat u door uw slechthorendheid benadeeld wordt in het uitoefenen van muziek? nee ja

Vindt u dat u door uw slechthorendheid benadeeld wordt in het beluisteren van muziek? nee ja



PERSOONLIJKE GEGEVENS

▷ Naam:(OM / OV)

▷ Adres:

▷ Postcode + Woonplaats:

▷ Telefoon:

▷ Woonsituatie: alleenwonend
 met anderen samen (partner, kinderen)
 verzorgings-, verpleeg- of bejaardenhuis

▷ Geboortedatum:

▷ Nationaliteit

▷ Moedertaal

▷ Opleiding: lager onderwijs
 lager beroepsonderwijs (LTS e.d.)
 middelbaar algemeen onderwijs (ULO, MAVO)
 middelbaar beroepsonderwijs
 voortgezet algemeen (HAVO, VWO)
 hoger beroepsonderwijs (HTS, HEAO)
 hoger algemeen en wetenschappelijk onderwijs

▷ Wat zijn uw voornaamste dagelijkse bezigheden?

▷ Heeft u daarbij veel mondeling contact met anderen? ja af en toe nee

▷ Bent u lid van clubs of verenigingen? nee ja

▷ Heeft u hobbies? nee ja, namelijk

▷ Sinds wanneer bent u slechthorend?

▷ Zijn er activiteiten waaraan u NIET MEER deelneemt, sinds u slechthorend bent?

nee ja, namelijk

▷ Draagt u een hoortoestel? nee ja, sinds

▷ Maakt u gebruik van spraakfzien (liplezen)? nee ja



▷ Heeft u last van oorsuizen: nee ja

▷ Veel mensen hebben vaak last van harde geluiden. Heeft u het gevoel dat u meer dan andere mensen last hebt van harde geluiden? nee ja

▷ Hoe is op dit moment uw gezondheidstoestand?

zeer goed goed redelijk slecht zeer slecht

▷ Bent u op dit moment in behandeling bij een (huis)arts voor een aandoening, anders dan slechthorendheid? nee ja, namelijk

Het is belangrijk dat u bij het invullen van de lijst geen vragen hebt overgeslagen. Wilt u alstublieft controleren of u alle vragen hebt beantwoord?

Nogmaals wijzen wij u erop dat al uw gegevens strikt vertrouwelijk worden behandeld.

▷ Eventuele opmerkingen:

Vakgroep keel, neus, en oorheelkunde
De Boelelaan 1117
1081 HV Amsterdam
(020) 5487452 of (020) 5487469

Wij waarderen het dat u tijd vrij hebt kunnen maken om alle vragen te beantwoorden. Uw medewerking is erg belangrijk voor dit onderzoek. Wilt u de ingevulde vragenlijst in de antwoordenvolpette terugzenden? U hoeft GEEN POSTZEGEL te plakken. Nogmaals onze hartelijke dank.

Bijlage 6

Lijst van auteurs

Drs. P.P. Boermans, audioloog i.o.
Academisch Medisch Centrum
KNO - Klinische en Experimentele Audiologie
Meibergdreef 9
1105 AZ Amsterdam

Prof.dr.ir. W.A. Dreschler, audioloog
Academisch Medisch Centrum
KNO - Klinische en Experimentele Audiologie
Meibergdreef 9
1105 AZ Amsterdam

Prof dr. F.J.H. van Dijk, bedrijfsarts
Academisch Medisch Centrum
Coronel Instituut/Ned. Centrum voor Beroepsziekten
Meibergdreef 9
1105 AZ Amsterdam

Dr. B.E. Glazenburg, KNO-arts
Bronovo Ziekenhuis
Bronovolaan 5
2597 AX Den Haag

Dr. O.S. van Hees, bedrijfsarts
G.G. & G.D., branche Kunst
Nieuwe Achtergracht 100
1018 WT Amsterdam

Dr. T.S. Kapteyn, audioloog
Academisch Ziekenhuis Vrije Universiteit
KNO - Audiologie
De Boelelaan 1117
1081 HV Amsterdam

Drs. S.E. Kramer, psycholoog
Academisch Ziekenhuis Vrije Universiteit
KNO - Audiologie
De Boelelaan 1117
1081 HV Amsterdam

Dr. R.A. Tange, KNO-arts
Academisch Medisch Centrum
Afd. KNO
Meibergdreef 9
1105 AZ Amsterdam