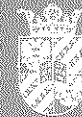


Luisteren naar het oor

Dr. P. van Dijk



Luisteren naar het oor

Dr. P. van Dijk

Rede uitgesproken te Groningen op 31 januari 2006 bij de
aanvaarding van het ambt van hoogleraar audiologie aan de
Rijksuniversiteit Groningen

De diapresentatie behorend bij deze rede kunt u vinden op
<http://irs.ub.rug.nl/ppn/29256113X>

met deze figuur. De figuur komt uit een artikel van mijn voorganger Hero Wit². Het artikel is naar mijn mening zijn belangrijkste wetenschappelijke bijdrage. Er wordt nu, ruim 20 jaar later, nog vaak aan gerefereerd. De figuur is een zogeheten amplitudehistogram van een spontane otoakoestische emissie. Een spontane emissie is een zacht geluid dat wordt uitgezonden door het oor. Als u normaalhoerend bent, en ik zou een gevoelige microfoon aansluiten op uw oor, is de kans groot dat ik één of meerdere fluittonen kan registreren uit uw oor. U bent zich zelf niet bewust van deze tonen, maar ze zijn met een gevoelige microfoon wel aantoonbaar. De otoakoestische emissies uit het oor zijn ruim 25 jaar geleden ontdekt door de Engelse fysicus Kemp. Hij toonde als eerste aan dat het oor geluid produceert. Luisteren naar het oor bleek belangrijke informatie op te leveren.

[dia 3: de werking van een haarcel]

Wat toont de figuur van Hero Wit aan? Om die vraag te beantwoorden wil ik u eerst de werking uitleggen van de haarcellen in het oor. De haarcellen kunt u opvatten als de microfoontjes van het oor. Ze vangen geluidstrilling op en zetten dit om in een elektriciteit. Hier ziet u schematisch een haarcel afgebeeld. Door een geluidstrilling worden de haartjes op de cel heen en weer bewogen. Deze mechanische stimulus heeft tot gevolg dat er zich boven in de cel poriën openen. Door deze poriën gaat een elektrische stroom de cel in lopen. De stroom bestaat uit deeltjes die zich in de omliggende vloeistof bevinden. Deze stroom leidt uiteindelijk activiteit in de gehoorzenuw, waardoor u geluid waarneemt. Door de haarcellen wordt dus mechanische energie, geluidstrilling, omgezet in elektrische energie.

De ontdekking van de otoakoestische emissies heeft echter duidelijk gemaakt dat elektrische energie ook weer terug kan

worden gebracht naar mechanische trilling. De haarcellen kunnen dus zelf geluid produceren. Er ontstaat zo een actief teruggekoppeld systeem. Je kan aantonen dat deze terugkoppeling belangrijke voordelen heeft. Het is wiskundig niet moeilijk om te laten zien dat b.v. de frequentieselectiviteit van het oor door terugkoppeling verbeterd kan worden.

Maar terugkoppeling heeft ook een nadeel: een haarcel kan gaan rondzingen, waardoor spontaan geluid ontstaat; een spontane otoakoestische emissie. Het geluid dat door een dergelijk actief teruggekoppelde haarcel wordt gegenereerd heeft specifieke statistische eigenschappen. Zo blijkt, dat als de haarbundel spontaan heen er weer trilt, hij zich vaker in de uiterste standen bevindt dan in het midden. Bialek en Wit maten niet direct de haarbundel, maar zijn toonden aan dat bij otoakoestische emissies ook de geluidsdruk vaker positief of negatief is, dan dicht bij nul. Dit blijkt uit de pieken bij de blauwe pijlen. De spontane emissies gedragen zich dus zoals je mag verwachten op basis van actieve terugkoppeling in haarcellen.

[dia 4: de kikker]

De actieve terugkoppeling blijkt van groot belang voor het gehoor. Zo worden de emissies, die het gevolg zijn van de terugkoppeling, alleen gevonden als het oor goed functioneert: emissies zijn een kenmerk van een goed gehoor. En, bij slechthoerendheid worden geen emissies meer gevonden. Het is daarom van groot belang dat we de precieze rol van de actieve terugkoppeling goed leren begrijpen.

Bij het onderzoek naar actieve mechanica in het binnenoer speelt dit dier een belangrijke rol. U herkent hier wellicht het logo van het Universitair Medisch Centrum Groningen. Eén voordeel voor onderzoek van de kikker is zijn relatief simpele gehoororgaan. Maar bij deze kikker is het wel erg simpel

afgebeeld. Het valt u natuurlijk meteen op dat bij dit fraaie exemplaar een belangrijk lichaamsdeel ontbreekt: het oor. Omdat een ziekenhuis op zijn minst een luisterend oor moet bieden, zou ik willen voorstellen trommelvlies alsnog toe te voegen.

Al snel na de ontdekking van de otoakoestische emissies bij mensen, werd ontdekt dat kikkeroren ook geluid produceren. En later bleek dat dit verschijnsel naast bij amfibieën en zoogdieren ook bij vogels en reptielen voorkomt. Blijkbaar is actieve terugkoppeling een universeel mechanisme bij gewervelde diersoorten. Daarmee wordt onderstreept dat de actieve terugkoppeling van groot belang is voor het functioneren van het oor.

[dia 5: de temperatuurafhankelijkheid van distorsie product otoakoestische emissies in de kikker]

Met zo'n mooi universeel mechanisme leunt een wetenschapper tevreden achterover. Toch gooit hier de kikker roet in het eten. Onderzoek van de Maastrichtse AIO Bas Meenderink toonde aan dat het kikkeroor slechts gedeeltelijk actief is³. Het kikkeroor bevat twee gehoororganen: de amfibische papilla en de basilaire papilla. Meenderink mat in beide papilla's het verband tussen zogeheten distorsie product emissies en de lichaamstemperatuur. De kleurcode in deze wat complexe figuur weerspiegelt de luidheid van de emissies voor verschillende stimulustonen. Voor een actief gehoororgaan verwacht je sterke temperatuurafhankelijkheid. Meenderink vond echter dat alleen de amfibische papilla duidelijk van de temperatuur afhangt. Emissies uit het andere gehoororgaan, de basilaire papilla, zijn niet zo duidelijk van de temperatuur afhankelijk. De basilaire papilla, is het oor blijkbaar helemaal niet actief, maar, je zou kunnen zeggen, passief. Dit passieve gehoororgaan van de kikker is voor zover we weten een unicum bij gewervelde dieren.

Dit lijkt misschien slechts een curiositeit, maar het geeft een belangrijk aanknopingspunt voor nader onderzoek. Tot op heden is immers nog niet bekend wat precies de rol is van de actieve terugkoppeling. Dit kunnen we nader onderzoeken juist bij de kikker. We kunnen de amfibische en de basilaire papilla met elkaar vergelijken, en maken zo een vergelijking tussen actief en passief horen. Er is inmiddels gestart met een promotieonderzoek waarbij met een geavanceerde optische methode gepoogd wordt het binnenoer van de kikker nader te onderzoeken. Dit nieuw gestarte onderzoek heeft als doel de basale mechanismen, waarvan ik sprak, beter te begrijpen.

Cochleaire implantatie

[dia 6: het cochleaire implantaat]

Zoals u ziet ontbreekt over het gehoor nog veel heel basale kennis. Omdat de normale fysiologie van het gehoor nog niet geheel in kaart is gebracht, is het ook niet verwonderlijk dat van vele oorzikten de oorzaak nog niet bekend is. Voor verreweg de meeste patiënten is slechthorendheid een chronische ziekte die niet kan worden genezen. Daarom zijn veel slechthorenden aangewezen op verbetering van het gehoor met technische hulpmiddelen. Het meest gebruikte hulpmiddel is uiteraard het normale hoortoestel. Maar ik wil nu ingaan op het hulpmiddel dat wordt gebruikt door dove of zeer ernstig slechthorende patiënten: het cochleaire implantaat, of kortweg CI. Het implantaat ontleent zijn naam aan de medische term voor het binnenoer: de cochlea. Een CI is het meest geavanceerde implantaat dat nu in het menselijk lichaam wordt gebruikt.

Het gehele systeem bestaat uit twee onderdelen: de spraakprocessor en het daadwerkelijk implantaat. De spraakprocessor lijkt op een gewoon hoortoestel. Hij wordt achter het oor gedragen. Als extra onderdeel ziet u hier de

zendspoel. Die wordt op het hoofd gedragen. Onder de zendspoel zit het implantaat bestaande uit een ontvanger en een lange electrode naar het binnenoor. De electrode heeft ongeveer 20 contactpunten, die ieder een bepaald gedeelte van het binnenoor kunnen stimuleren. Geluid wordt opgevangen door de microfoon in de spraakprocessor. Het microfoonsignaal wordt bewerkt en het bewerkte signaal wordt naar het implantaat gezonden via de zendspoel. Uiteindelijk stimuleert het implantaat direct elektrisch de gehoorzenuw. Dit leidt tot de waarneming van geluid.

[dia 7: spraakverstaan met een cochleair implantaat]

De afgelopen 20 jaar is de kwaliteit van cochleaire implantaten enorm verbeterd. Deze verbetering is voor een groot deel te danken aan ontwikkelingen in de zogeheten codeerstrategie: dit is de methode waarmee geluid wordt vertaald in elektrische pulsen van de electrode. Codeerstrategieën worden over het algemeen weergegeven met een afkorting. Hier ziet u voor verschillende codeerstrategieën het spraakverstaan weergegeven. Voor elke strategie is ook het jaartal van invoering weergegeven. In ruim 20 jaar tijd is een enorme vooruitgang behaald.

De huidige implantaten zijn van enorm belang voor de dove patiënten die ze gebruiken. Toch kan elke gebruiker van een cochleair implantaat u vertellen dat er nog belangrijke beperkingen zijn. Veel implantaatgebruikers zeggen dat het geluid monotoon klinkt en dat ze bijvoorbeeld geen toonhoogte of melodie in muziek kunnen onderscheiden.

[dia 8: omhullende en fijnstructuur van een geluidstrilling]

De beperkingen hebben waarschijnlijk deels te maken met het feit dat de huidige implantaten slechts een deel van de informatie overbrengen op de gehoorzenuw. Door technische beperkingen brengen de meeste implantaten alleen de

zogeheten omhullende van het akoestische signaal over op de gehoorzenuw. De fijnstructuur wordt niet doorgegeven. Hierdoor ontbreekt met name informatie over toonhoogte.

Mijn bemoeienis en de Groningse bemoeienis met cochleaire implantatie dateert van de laatste jaren. In Groningen is het afgelopen jaar in samenwerking met Maastricht geëxperimenteerd met een codeerstrategie die wel fijnstructuur codeert. De strategie is PLS genoemd, wat staat voor Phase-Lock Speechcoding. Het primaire doel van de strategie is verbetering van toonhoogtewaarneming. Enkele eerste experimenten suggereren sterk dat patiënten met de nieuwe strategie daadwerkelijk beter toonhoogte kunnen horen. Maar, dit zijn voorlopige resultaten.

Deze verbetering opent voor implantaatgebruikers mogelijk de toegang tot het luisteren naar muziek. Bovendien is de fijnstructuur van belang voor het lokaliseren van geluidbronnen, in het geval dat op beide oren een implantaat wordt gebruikt. Voor sprekers van Aziatische talen komt er een belangrijk aspect bij. In Aziatische talen zoals het Mandarijn, is de toonhoogte waarop een woord wordt uitgesproken bepalend voor de betekenis van het woord. Voor Aziatisch luisteraars is toonhoogte dus van primair belang voor het begrijpen van spraak.

De goede resultaten van de huidige cochleaire implantaten geven wel eens de reactie: "is het dan nou niet mooi geweest? Zijn de implantaten dan niet goed genoeg?" Maar de fraaie klinische resultaten verbloemen ook veel van de beperkingen die implantaatgebruikers beschrijven. Dat is voor mij een motivatie om door te gaan met de ontwikkeling van spraakcodeerstrategieën. Het is voor mij dan ook een groot genoegen u te kunnen melden dat de Technologiestichting STW afgelopen vrijdag heeft besloten een projectsubsidie toe

te kennen aan het Groningse CI-onderzoek. De gestage vooruitgang van de kwaliteit van implantaten lijkt voorlopig nog niet ten einde.

Tinnitus

[dia 9: prevalentie van tinnitus]

De enorme vooruitgang die met cochleaire implantatie geboekt is, staat in schril contrast met onze huidige kennis en behandelopties van tinnitus. Patiënten die aan tinnitus of oorsuizen leiden horen geluid dat niet in de omgeving aanwezig is. Tinnitus kent vele verschijningsvormen. Veel patiënten beschrijven dat zij continu een fluittoon horen, of een voortdurend geruis. Het gaat meestal om een geluid dat blijkbaar een hoge scherpe frequentie heeft. Maar soms gaat het ook juist om een zeer laag-frequent geluid. Sommige mensen die tinnitus horen zeggen er niet veel last van te hebben. U zult begrijpen dat onze zorgen vooral uitgaan naar die mensen wier leven ernstig beïnvloed wordt door de tinnitus. De meneer die voortdurend een harde snerpende toon hoort, of de mevrouw die zegt dag en nacht een cirkelzaag in haar hoofd te horen.

Behalve dat tinnitus een ernstig probleem voor de patiënt kan zijn, is het ook een probleem voor de audioloog, KNO-arts of andere behandelaar die met een tinnituspatiënt geconfronteerd wordt. De klacht van de patiënt is buitengewoon simpel: bijvoorbeeld, "ik hoor dag en nacht een toon in mijn hoofd". De wens van de patiënt is ook buitengewoon simpel: "ik wil dat het stil wordt". Ik kan mij een patiënt herinneren die daar aan toevoegde: al is het maar voor 10 minuten per dag. Toch is het tot op heden in veel gevallen onmogelijk om aan deze simpele wens van de patiënt te voldoen.

Statistieken over het vóórkomen van tinnitus zijn verbluffend. Hier ziet u hoe vaak tinnitus voorkomt in verschillende

leeftijdsgroepen⁴. Bijvoorbeeld in de leeftijdsgroep 45-64 jaar, komt tinnitus in ongeveer 5 van de 100 personen voor.

[dia 10: de Talmud]

Tinnitus is geen welvaartsziekte die slechts voorkomt in de moderne westerse samenleving. Eeuwenoude geschriften maken al melding van het fenomeen. U ziet hier een fragment uit de Babylonisch Talmud van de 5de eeuw na Christus. In de Talmud wordt de vloek van Romeinse keizer Titus beschreven. De vloek werd door God aan hem opgelegd nadat hij de Tempel van Jeruzalem had vernietigd. Als straf was Titus tinnitus aangedaan. Ik lees u een vertaling voor van de Talmudtekst die de Brusselse neuroloog Dan recent publiceerde⁵:

[dia 11: citaat uit de Talmud]

Een mug kroop zijn neusgat in en pikte aan zijn hersenen gedurende zeven jaren. Op een dag passeerde Titus de hoefsmid. Hij hoorde het geluid van de hamer van de smid en de mug was stil. Titus zei: "hier is mijn remedie." Elke dag liet hij een hoefsmid komen om te slaan in zijn aanwezigheid. [...] Het werkte prima gedurende dertig dagen, maar daarna raakte de mug gewend [aan het gehamer] en begon weer te pikken.

Dit ongeveer 1600 jaar oude fragment laat zien hoe opgelucht Titus was nadat hij een remedie gevonden had. Daarmee is ook meteen de wanhoop duidelijk die hij gedurende 7 jaar moet hebben gekend. Het fragment is verrassend modern. Er komt in naar voren dat stimulatie van het oor de tinnitus kan verlichten. Er komt ook naar voren dat de therapie slechts een tijdelijk effect kan hebben. Overigens weten we nu ook dat het gehamer van een hoefsmid juist ook weer tinnitus en gehoorverlies kan veroorzaken. Maar het meest belangrijke is, dat de oorzaak van de tinnitus wordt geplaatst in de hersenen.

In dit fragment komt de moderne opvatting naar voren dat juist de hersenen een belangrijke rol spelen bij het ontstaan van tinnitus. Deze gedachte staat centraal in het huidige tinnitusonderzoek.

[dia 12: de auditieve kernen in de hersenen]

De rol die de hersenen spelen zal ik nader toelichten. Laat ik u om te beginnen een korte introductie geven van de hersenstructuren die relevant zijn voor de geluidswaarneming. U ziet hier een vooraanzicht van de hersenen, waarbij een vlak is afgebeeld dat de meest belangrijke auditieve kernen bevat. Elke kern bestaat uit een groep zenuwcellen, en de kernen zijn met elkaar verbonden door de lange uitlopers van de zenuwcellen. Als geluid het oor bereikt wordt het daar omgezet in elektrische neurale activiteit. Deze neurale activiteit wordt geleid langs de verschillende auditieve kernen in de hersenen. Van de kernen in de hersenstam, naar de thalamus, om uiteindelijk aan te komen in de auditieve cortex. Alles wat u vanmiddag hoort is terug te voeren op neurale activiteit in deze zenuwcentra in uw hoofd.

[dia 13: de twee componenten van neurale activiteit]

Nu zijn zenuwcellen niet alleen actief in reactie op geluid. De activiteit van zenuwcellen bestaat uit twee componenten. Er is natuurlijk de activiteit in reactie op een geluidstimulus: geluid wordt aangeboden en de zenuw reageert. Maar daarnaast is er ook spontane activiteit, die altijd aanwezig is. Spontane activiteit is volstrekt normaal en leidt normaal gesproken niet tot het waarnemen van geluid. Maar bij tinnitus is er iets anders aan de hand. Bij tinnitus wordt juist geluid waargenomen ook als geen geluid aanwezig is. Daarom moet tinnitus, haast per definitie, wel te maken hebben met een afwijkende spontane activiteit. De vraag is alleen: hoe ontstaat de afwijkende activiteit?

[dia 14: spontane activiteit in auditieve hersencentra na hard geluid]

Er zijn verschillende dierexperimentele studies gepubliceerd, die hier enig inzicht in geven. Deze experimenten geven vooral inzicht in de relatie tussen gehoorverlies en tinnitus. Dus, er ontstaat gehoorverlies in het oor, en als gevolg daarvan ontstaat tinnitus: deze combinatie van klachten zien we met grote regelmaat in de kliniek. Als voorbeeld toont deze dia het effect van hard lawaai op spontane activiteit in de hersenen. Het is bekend dat bij mensen hard lawaai gehoorverlies en tinnitus kan geven. In deze figuur laten de dikke pijlen zien hoe bij proefdieren de spontane activiteit verandert nadat het dier een tijd aan hard lawaai is blootgesteld. In de primaire gehoorzenuw, die het oor met de hersenen verbindt, is de activiteit afgenomen. U ziet dat bij pijl nummer 1. In de eerst hersenkern blijkt de activiteit juist toegenomen te zijn⁶, en ook in de auditieve cortex⁷, het eindpunt van het auditief systeem, is de activiteit toegenomen. U ziet dat bij de pijlen nummer 2 en 3. De schade die het lawaai in het oor aanricht, leidt dus tot verhoogde spontane activiteit in de hersenen. Deze verhoogde activiteit van de auditieve hersencentra kan leiden tot het waarnemen van tinnitus.

Als tinnitus het gevolg is van pathologische spontane activiteit in de hersenen, wordt onmiddellijk duidelijk waarom tinnitus niet altijd eenvoudig is op te lossen. Immers, de hersenen zijn een buitengewoon complex orgaan. De meest voor de hand liggende vorm van behandeling is er voor zorgen dat een eventueel gehoorverlies wordt verholpen of gecompenseerd. Als de verhoogde spontane activiteit ontstaat na een gehoorverlies, zou je het gehoor weer moeten herstellen. Een hoorapparaat kan in veel gevallen dan ook buitengewoon effectief zijn tegen tinnitus. Maar, een hoortoestel helpt niet altijd. De complexe hersenen zijn blijkbaar niet altijd te beïnvloeden met deze relatief simpele oplossing. Ook andere

behandelopties zullen moeten worden ontwikkeld. Vóór mijn komst is in Groningen het effect geëvalueerd van elektrische stimulatie op tinnitus. Dit bleek een hoopvol resultaat te geven, dat navolging verdient.

[dia 15: functionele MRI van de auditieve kernen in de hersenen]

Voor het zover is, is nog veel onderzoek nodig. Er blijven voorlopig vele vragen open. Waarom heeft niet iedereen met gehoorverlies ook tinnitus? Waarom hebben sommige mensen tinnitus maar geen gehoorverlies? Waarom is een hoortoestel in de ene patiënt zeer effectief, maar bij een ander in het geheel niet? Het ligt voor de hand om aan te nemen dat er verschillende vormen van tinnitus zijn. Kunnen we verschillende vormen van tinnitus van elkaar leren onderscheiden?

In Groningen wordt op dit moment een start gemaakt met een lijn van dierexperimenteel onderzoek naar de pathofysiologie van tinnitus. Deze experimenten beogen meer inzicht te verschaffen in de rol die de auditieve kernen van de hersenen spelen. Daarnaast zal voor de vertaling van de resultaten naar de mens functionele MRI een belangrijke rol spelen.

Functionele MRI is een methode om activiteit van de hersenen te meten. Hier ziet u een resultaat van Dave Langers⁸, die in Maastricht onderzoek deed naar de toepassing van functionele MRI voor gehooronderzoek. Hij is nu als post-doc verbonden aan de Afd. KNO in Groningen. De met rood aangegeven hersenkernen reageren op geluid in het rechteroor, en de met blauw aangegeven kernen reageren op geluid aangeboden aan het linkeroor. Langers' onderzoek liet zien dat het mogelijk is om de activiteit van de kleine auditieve kernen in de hersenen te meten. Maar het liet ook zien dat de MRI techniek nog niet 100% betrouwbaar is: de techniek is nog volop in ontwikkeling. De toepassing van fMRI voor tinnitusonderzoek

is niet triviaal. Er zijn verschillende technische problemen die moeten worden overwonnen. Er is een promotieonderzoek gestart om paradigma's voor tinnitusonderzoek te ontwikkelen. Functionele MRI zal een cruciale rol spelen in de vertaalslag van het dierexperimenteel onderzoek naar onze patiënten.

Tinnitus is een wel zeer onplezierige vorm van luisteren naar het oor. Zoals gezegd, als je vaststelt dat tinnitus te maken heeft met processen in de hersenen, dan is meteen duidelijk waarom het niet eenvoudig is om een oplossing te vinden. Het zal nog jaren onderzoek vragen voor tinnitus adequaat kan worden behandeld. Toch ontstaat er door neuro-sensorisch onderzoek langzaam een beeld van de oorzaken van tinnitus en dat is een begin.

Tot slot

[dia 16: tot slot]

Deze rede behandelde het wetenschappelijk onderzoek dat in Groningen de komende jaren van belang zal zijn. Tot slot heb ik een aantal opmerkingen over onderwijs en patiëntenzorg.

De afdeling KNO speelt een evidente rol bij de opleiding geneeskunde. Maar het onderwijs dat door KNO gegeven wordt is veel breder. Medewerkers van de audiologie en de spraak/taalpathologie zijn ook betrokken bij de opleiding van o.a. logopedisten, maatschappelijk werkers, fysici, en biomedisch technologen. Het is voor de audiologie van belang dat er oog blijft voor deze vormen van opleiden. Ik zeg nog specifiek een aantal woorden over de biomedisch technologie. Met de toenemende betekenis van techniek in de gezondheidszorg, is de biomedische technologie een belangrijk vakgebied. Ik heb de afgelopen 1,5 jaar een aantal Groningse studenten biomedische technologie begeleid. U bent ongetwijfeld bekend met het vele geklaag over het niveau

van studenten en scholieren. Ik kan u melden dat de Groningse studenten biomedische technologie van een uitstekend niveau zijn; een visitekaartje voor de opleiding en voor de Rijksuniversiteit. Het is dan ook verwonderlijk dat maar weinig studenten deze goede opleiding weten te vinden. De recente initiatieven om de opleiding biomedische technologie hernieuwd vorm te geven verdienen alle steun. Groningen heeft als enige opleiding alle ingrediënten zelf in huis: sterke beta-vakgroepen en een gerenommeerd universitair ziekenhuis. Dat moet studenten, maar zeker ook de toekomstige werkgevers van de studenten, aanspreken.

Dan de patiëntenzorg. De audiologie kent een lange traditie in Groningen. In 1932 was Hendrik Huizing de eerste fysicus in een Nederlands ziekenhuis. Hij zou nu naar huidige maatstaven audioloog genoemd worden. De lange traditie heeft uiteindelijk geleid tot een imposant team met een deskundigheid die naast gehoor, ook de spraak- en taalstoornissen omvat. Ik denk dat u in Nederland goed moet zoeken om zoveel kennis bijeen te vinden als bij de medewerkers van de audiologie en spraak/taalpathologie van het UMCG. De nieuwe organisatiestructuur van het UMCG biedt de mogelijkheid om dit multi-disciplinaire team optimaal te laten functioneren binnen de Taakgroep Horen en Spreken. Een dergelijke taakgroep biedt voor de afdeling KNO de mogelijkheid om dit vakgebied naar voren te schuiven. In de taakgroep werken o.a. de drie specialismen Audiologie, Keel-, Neus-, en Oorheelkunde en Spraak/taalstoornissen met elkaar samen. De taakgroep is klein genoeg om efficiënt te kunnen werken en groot genoeg om zelfstandig te functioneren. Ik kijk er naar uit om deze nieuwe structuur mede vorm te geven.

Dames en Heren, de audiologie in Groningen is altijd geborgd geweest in wetenschappelijk onderzoek van hoog niveau. Huizing werd in 1954 de eerste hoogleraar audiologie in

Nederland. Hij werd opgevolgd door Roel Ritsma in 1969 en deze werd weer opgevolgd door Hero Wit. Het is voor mij een grote eer om als vierde in deze traditie aan te treden. Om Isaac Newton te parafraseren: Ik sta op de schouders van Reuzen.

Ik denk u voor uw aandacht.

Dankwoord

Leden van het College van Bestuur en leden van het College van Dekanen van de Universiteit, leden van de Raad van Bestuur van het Universitair Medisch Centrum, ik dank u voor het in mij gestelde vertrouwen. Ik hoop het niet te beschamen.

Hooggeleerde Wit, beste Hero,
Jij bent van vitaal belang geweest voor mijn wetenschappelijk vorming. Ik dank je hartelijk voor je voortdurende en inspirerende steun.

Hooggeleerde Mw. Goorhuis-Brouwer, beste Sieneke,
Het afgelopen anderhalf jaar heb ik onze samenwerking als zeer stimulerend ervaren. Ik kijk uit naar wat nog komen gaat.

Hooggeleerde Albers, beste Frans,
Je inzet was bepalend voor mijn terugkomst naar Groningen. Daarvoor dank ik je hartelijk.

Hooggeleerde Manni, beste Hans,
weledelzeergeleerde Anteunis, beste Lucien,
medewerkers van de afdeling KNO van het Academisch Ziekenhuis Maastricht,
Mijn periode in Maastricht heeft een enorme verbreding gegeven van mijn blik op de audiologie en de KNO-heelkunde. Ik dank jullie hartelijk voor de hiertoe aan mij geboden ruimte.

Medewerkers van de afdeling KNO, medewerkers van de afdeling Communicatieve Stoornissen KNO in Groningen, Een hoogleraarspost lijkt een onafhankelijke positie. Maar, ik weet dat zonder jullie de audiologie niets voorstelt. Jullie steun en collegialiteit is voor mij hartverwarmend en geeft me veel vertrouwen voor de toekomst.

Jacqueline van Swaaij en Rick Schoffelen, dank voor het redigeren van deze rede.

Jacqueline, Jop en Jet, jullie steunen mij ieder op een geheel eigen wijze. Het belang daarvan is niet te overschatten.

Noten:

¹ Köster, H.J., e.a. (1975) Audiologische Centra, Advies van de Gezondheidsraad, p. 10.

² Bialek, W. en Wit, H.P. (1984) Quantum limits to oscillator stability: theory and experiments on acoustic emissions from the human ear. *Phys. Let.* 104A, 173-178.

³ Meenderink, S.W.F. and Van Dijk, P. (2005) Temperature dependence of distortion product otoacoustic emissions in the frog: differences between the amphibian and the basilar papilla. ARO Midwinter Research Meeting, Abstracts, p. 111.

⁴ Lockwood, A.H., Salvi, R.J. en Burkard, R.F. (2002) Tinnitus. *N. Engl. J. Med.* 347, 904-910.

⁵ Dan, B. (2005) Titus's Tinnitus. *J. Hist. Neurosci.* 13, 210-213.

⁶ Kaltenbach, J.A., Godfrey, D.A., Neumann, J.B., McCaslin, D.L., Afman, C.E., en Zhang, J. (1998) Changes in spontaneous neural activity in the dorsal cochlear nucleus following exposure to intense sound: relation to threshold shift. *Hear. Res.* 124, 78-84.

⁷ Noreña, A.J. en Eggermont, J.J. (2003) Changes in spontaneous neural activity immediately after an acoustic trauma: implications for neural correlates of tinnitus. *Hear. Res.* 183, 137-153.

⁸ Langers, D.R.M. Van Dijk, P. en Backes, W.H. (2005) Lateralization, connectivity and plasticity in the human central auditory system. *NeuroImage* 28, 490-499.

De druk van deze rede en de ontvangst na afloop van de rede is mede mogelijk gemaakt door:

- Stichting Atze Spoor Fonds
- Stichting Steun Gehoorgestoorde Kind
- Advanced Bionics S.A.R.L.
- Cochlear Benelux N.V.
- GN Resound B.V.
- Oticon Nederland B.V.
- Phonak B.V.
- Schoonenberg Hoorcomfort
- Veenhuis Medical Audio B.V.