

*C. de Ligt en bors
persoonlijk*

BALANS

&

KLANK

J. J. GROEN



UTRECHT

A. OOSTHOEK'S UITGEVERSMAATSCHAPPIJ

1966

UNIVERSITEITSKLINIEK VOOR
KEEL-, NEUS- EN OORZIEKTEN
„Stichting Academisch Ziekenhuis Utrecht“

BALANS EN KLANK

BALANS
&
KLANK

REDE

*uitgesproken bij de officiële aanvaarding
van het ambt van gewoon hoogleraar
in de fysische labyrinthologie
op 24 januari 1966 door*

J. J. GROEN



UTRECHT

A. OOSTHOEK'S UITGEVERSMAATSCHAPPIJ

1966

Mijne Heren Curatoren,

Mijnheer de Rector Magnificus,

Dames en Heren Hoogleraren, Lectoren, Docenten en overige leden van de Wetenschappelijke Staf,

Leden van de Universitaire Gemeenschap,

Dames en Heren Studenten

en voorts Gij allen, die deze plechtigheid met uw tegenwoordigheid vereert,

Zeer gewaardeerde toehoorders,

Getrouw aan de zinvolle traditie, die wil dat de hoogleraar bij het aanvaarden van zijn ambt de hem toevertrouwde tak van wetenschap in het openbaar en speciaal ten overstaan van de universitaire gemeenschap uiteen zet, heb ik mij voorgenomen u de fysische labyrinthologie in korte schetsen voor te stellen. Dit is te meer van belang aangezien het hier een nieuwe leerstoel in de medische faculteit betreft, die bezet zal worden door een niet-medicus.

In de medische faculteit kent men drie grote vakken en daarnaast een bescheiden aantal kleine, waartoe het specialisme van de keel-, neus- en oorheelkunde behoort. In dit licht bezien, zou men zich kunnen afvragen: is het nu nodig dit zogenaamde 'kleine vak' te splitsen in twee leerstoelen, één voor de klinische en de andere voor de theoretische vraagstukken, de fysische labyrinthologie? Bij de beantwoording van deze vraag zal het er van af hangen wat men onder 'klein' verstaat en hoe men zich eigenlijk de medische wetenschap thans voorstelt.

De snelle ontwikkeling van de verschillende vormen van wetenschap der β faculteit heeft sterk stimulerend gewerkt op de groei der medische kennis. Deze is zo groot geworden, dat niemand zelfs de specialismen als eenling beheersen kan. Dit is reeds vaker van deze plaats af verkondigd. Ook de keel-, neus- en oorheelkunde is niet ontkomen aan deze ontwikkeling. Was het oorspronkelijk een klinisch vak met een uitgesproken chirurgische zijde, al spoedig heeft men de studie der organen die tot het domein behoren, ter hand

genomen; dat zijn de gehoor- en evenwichtsorganen en ook de organen voor de reuk en de smaak; zintuigen, die ons leven grotendeels beheersen.

Wanneer men slechts ziet naar het aantal kubieke centimeters, dat het werkteerrein van de otoloog beslaat, dan is de keel-, neus- en oorheelkunde een klein vak. Bezieet men zijn terrein vanuit de betekenis, die de tot dit domein behorende organen voor ons bestaan hebben, dan is het werkgebied zeer groot.

De mens is, evenals alle andere zoogdieren, in het bezit van een uitgebreid evenwichtszintuig, dat in meetbereik en gevoeligheid geheel vergelijkbaar is met dat van andere soorten. Het is een van de oudste zintuiglijke organen, dat zijn volledige ontwikkeling reeds bij de primitieve vissen als haaien en roggen heeft bereikt. Sindsdien is er tijdens de evolutie tot zoogdier wel een gedeelte afgegaan, maar, alle pessimistische uitspraken ten spijt, is het mense-lijk evenwichtszintuiglijk complex niet gedegenereerd in verhouding tot alle andere bestudeerde typen bij zoogdieren.

De pessimisten gaan er van uit, dat de mens, wat zijn bewegingen betreft, een twee-dimensionaal wezen zou zijn, terwijl vissen en vogels zich drie-dimensionaal moeten handhaven. Men zou deze uitlating kunnen logenstraffen door op te merken, dat vissen niet kunnen vallen en dat het innemen van een scheve stand ten opzichte van het schietlood (hetgeen men vaak bij vissen in een aquarium kan waarnemen) niet nadelig behoeft te zijn; dat een vallende vogel meestal nog wel ruimte en tijd heeft om zijn bewegingen te corrigeren, maar dat de mens een snel reagerend, goed bestuurd spierstelsel moet bezitten om bij zijn kleine steunvlak onder alle omstandigheden zijn evenwicht te kunnen bewaren. Onze nationale sporten als schaatsenrijden en zwemmen zouden onmogelijk zijn zonder een fijne evenwichtsbesturing. Het is een bekend feit, dat personen, die door een of ander trauma hun evenwichtsorganen verloren hebben en voordien goede zwemmers en duikers waren, na het trauma grote kans lopen te verdrinken. De mens beweegt zich wel degelijk in drie dimensies en is aan de wetten er van onderworpen.

De evenwichtsorganen zijn sinds lang het onderwerp van studie geweest. Nadat de ruimtevaart evenwichtsproblemen aan de orde stelde, is men deze in de Verenigde Staten van Noord Amerika ook gaan bestuderen. Van oudsher echter is het een Europese aangelegenheid, waarin Nederland een belangrijke rol speelt.

Ik hoop, dat u nooit bij voortduring er aan herinnerd zult worden evenwichtsorganen te bezitten. Zodra u zich namelijk bewust zou worden van de besturende funktie die zij normaliter bezitten, zou het betekenen, dat er zich een storing in een orgaan-gedeelte of in de besturing had voorgedaan. Men beseft slechts dat men evenwichtsorganen heeft, als er iets mee misgaat.

Gewoonlijk zijn deze organen stille werkers, die uw evenwicht voortdurend onder contrôle houden door bepaalde spiergroepen extra commando's te geven en, door uw ogen tijdens een hoofddraai terug te doen roteren, het u mogelijk maken uw omgeving te blijven fixeren. Soms spelen zij u wel eens parten, als u na een wals plotseling probeert stil te staan: u voelt dan de na-draaiing. De ouderwetse wals hield hier rekening mee door telkens, naar ik meen na acht maten, de walsrichting om te keren, waardoor de nawerking meer of minder door afwisseling van beweging gecompenseerd werd.

De anatomie van de evenwichtszintuigen is sinds lang bekend. Er blijken twee typen te zijn: halfcirkelvormige kanalen en otolithen-organen.

Het is Flourens geweest, die in 1842 aantoonde welke functie aan de verschillende delen moest toegekend worden, met name aan de halfcirkelvormige kanalen. Zijn opvattingen werden bevestigd door latere werkers, waarvan het drietal Mach (de bekende fysicus), Breuer en Crum Brown onafhankelijk van elkaar omstreeks 1874 enige publicaties het licht deed zien. Het is vooral de formulering van Breuer, die vandaag aan de dag, dus bijna honderd jaar later, nog steeds geldt. Deze geniale arts, die tevens als de grondlegger van de psycho-analyse moet worden aangemerkt, heeft, gebaseerd op het werk van Flourens en Goltz, gesteld dat de booggangen met hun zintuiglijke elementen ons in staat stellen draaiingen te percipiëren en te controleren, ons evenwicht te bewaren, doordat de vloeistof in de kanalen door traagheidsstromingen de zintuigharen in het gevoelige element doen ombuigen, juist zoals dit geschiedt in het zijlijnorgaan van de vissen. De otolithen, zware kalkbevattende complexen, zouden door verschuiving over hun onderlaag de daarin gelegen zintuigcellen eveneens door buiging van de zintuigharen prikkelen en ons inlichten omtrent iedere lineaire versnelling, dus ook omtrent de stand van ons hoofd in de ruimte.

In ons land is het Versteegh geweest, die de studie van de otolithen-organen ter hand heeft genomen en in 1926 door minutieuze operaties aan het labirynth kans zag een der otolithen-organen uit te schakelen zonder de overige labirynthaire organen te beschadigen. Later heeft Jongkees, eerst zelf en daarna zijn school, deze proeven herhaald. Dit soort proeven heeft sterk stimulerend gewerkt op de ontwikkelingsgang van het onderzoek der evenwichtsorganen. De Groninger school van Benjamins en Huizinga heeft veel aandacht besteed aan de booggangen en otolithen door bij de duif het effect van uitschakelen van één of meer kanalen of otolith na te gaan. Zij bevestigden de opvatting van Breuer en Ewald. Van modern standpunt gezien is de nadruk die Breuer legt op de schuifkrachten welhaast profetisch.

Het heeft tot circa 1930 geduurd voordat Steinhausen bij de snoek waarnam, dat de cupula, het gevoelige en beweeglijke element van de booggang,

deze als een draaideur hermetisch afsluit. Hieruit volgt de huidige opvatting: de booggangvloeistof is een trage ring, die met een slappe veer (de draaideur-cupula) aan een evenwichtsstand gebonden is. Een draaiing van het hoofd wekt traagheidskrachten op van de vloeistof in de kanalen, waardoor de draaideur wordt afgebogen uit zijn evenwichtsstand, hetgeen door schuifkrachten een prikkeling oplevert van de zintuiglijke elementen, die in het scharnierpunt van die draaideur gelegen zijn. In de daar beginnende zenuw wordt dan een serie impulsen afgegeven, wier aantal per seconde evenredig is met de mate van afbuiging. Löwenstein en Sand hebben bij verschillende vissoorten aangetoond, dat er eigenlijk voortdurend impulsen door de zenuw worden getransporteerd, ook in rusttoestand. Bij afbuiging in een bepaalde richting van de draaideur neemt het aantal impulsen per seconde toe. Afbuiging in tegengestelde zin doet het aantal afnemen, zelfs tot nul toe. Op deze wijze is de natuur er in geslaagd draaiingszin in twee tegenovergestelde richtingen te onderscheiden. Daar men drie onderling vrijwel loodrecht geplaatste booggangen per labyrint bezit, kan men in iedere richting draaiing waarnemen.

In een samenwerking van Jongkees en mijzelf is het tijdens het hoogleraarschap van Van Egmond gelukt de konstanten van de bewegingsvergelijking van de booggang te bepalen. Uit deze samenwerking, tijdens welke nog veel fundamentele gegevens over de evenwichtsorganen zijn verkregen, is de meetmethode de 'cupulometrie' gegroeid, waarover in 1949 Hulk, uit de Utrechtse Kliniek, een proefschrift het licht deed zien. Deze methode heeft aanleiding gegeven tot veel aanvullend onderzoek in binnen- en buitenland. Van de bijdragen uit ons land wil ik slechts die noemen van De Vries en Schierbeek uit Groningen, van Van Dishoeck en Spoor uit Leiden. In Engeland heeft Hood, en in Zweden Aschan onze uitkomsten bevestigd.

In een samenwerking met Löwenstein, Vendrik en mijzelf werden in 1950 de konstanten van de bewegingsvergelijking van het horizontale halfcirkelvormige kanaal bij de rog bepaald. Daarmee was de mechanica van het booggangstelsel voorlopig voldoende vastgelegd. Later heeft Hartog in 1963 dit type meting herhaald bij de kikker en daarmee de elektrofysiologie in ons laboratorium ingevoerd.

Inmiddels was ons bij allerlei proefnemingen gebleken, dat de relatie tussen prikkel (hoeksnelheidsverandering) en reactie (draaigevoelens en oogbewegingen) toch niet zo eenvoudig was en niet zo maar voorspeld kon worden uit de hierboven reeds genoemde bewegingsvergelijking, die op betrekkelijk eenvoudige mechanische premissen berustte. Bij een onderzoek, dat Krijger, van onze kliniek, in 1954 in een proefschrift publiceerde, en waarin hij de betekenis van het evenwichtsorgaan voor de vlieger aan een gedetail-

leerd onderzoek onderwierp, bleek dat er nog een grootheid een zeer belangrijke rol moest worden toegekend, die de duur en ook de grootte van de reacties bepaalde. Deze grootheid is het adaptatievermogen. In het centrale zenuwstelsel worden klaarblijkelijk maatregelen getroffen wanneer de toevloed van signalen uit de evenwichtsorganen een ongewone, onfysiologische hoeveelheid overschrijdt. Het centraal zenuwstelsel gaat dan de aanvoer beperken door commando's te sturen langs zenuwbanen die centraal beginnen en onder de zintuigcellen eindigen. Dit zijn de zogenaamde efferente banen, die wij ook bij het gehoororgaan zullen aantreffen. Er is echter een verschil in effect: bij de gehoororganen is de remmende werking van korte duur, terwijl de remming bij het evenwichtsorgaan nog dagen lang na een heftige prikkeling kan blijven doorgaan. Men zou kunnen stellen, dat het gehoororgaan kort van memorie is en het evenwichtsorgaan lang. Overigens verandert de gevoeligheid van de evenwichtsorganen niet bij deze onderdrukking: de aanvankelijke gevoeligheid is steeds dezelfde, de duur van de naverschijselen is echter verkort. Bij jachtvliegers bleek dit vermogen tot onderdrukking heel sterk aangesproken te worden. De goede piloten hadden zeer kortdurende sensaties na een draaiing. Gaf men hen bijvoorbeeld veertien dagen vakantie, dan waren hun sensatie- en oogbewegingsduur bij gegeven prikkel weer van normale grootte geworden. Het vermogen tot onderdrukking (inhibitie) van de gevolgen van evenwichtsorgaan-activiteit bepaalt of men bewegingsziekte zal krijgen of niet. In de proefschriften van Nieuwenhuysen (1958) en van Van Maanen (1965), beiden van onze kliniek, zijn deze opvattingen bevestigd. Van Maanen ontwierp tevens een 'belastingproef', waarmee hij bij de proefpersoon het vermogen tot onderdrukking kon bepalen; is dit vermogen groot, dan zal de onderzochte zich kunnen gewennen aan scheepsbewegingen. Is dit vermogen tot inhibitie te klein, dan heeft men met een potentieel zeezieke, bewegingszieke, te maken. Deze proef is waardevol voor leerlingen van die scholen, die opleiden tot een positie bij zee- of luchtvaart. Daarmee kan voorkomen worden dat iemand, nadat hij opgeleid is, afgekeurd moet worden op grond van gevoeligheid voor bewegingsziekte.

Het behoeft geen verwondering te wekken, dat de Utrechtse kliniek zoveel aandacht heeft geschonken aan bewegingsziekte: Quix, de eerste hoogleraar in de keel-, neus- en oorheelkunde te Utrecht, zelf erg gevoelig voor zeeziekte, heeft reeds in 1912 belangrijke bijdragen over het ontstaan van zee- en luchtziekte geleverd. De meeste zijner opvattingen kunnen nog steeds onderschreven worden. Voortbouwend hierop en op het reeds eerder besproken werk in Utrecht, heeft De Wit in de vijftiger jaren een reeks belangrijke proefnemingen verricht, die het wezen der zeeziekte scherp belicht

hebben: het is volgens hem een gebrek aan aanpassingsvermogen der evenwichtsorganen, een opvatting die door de latere onderzoekers dus geheel bevestigd is.

Behalve de inhibitie is er nog een ander vermogen van zeer diepgaande aard, dat onze reacties en gedragingen bij bepaalde zich steeds herhalende evenwichtsprakkers beheerst: in het centraal zenuwstelsel is er klaarblijkelijk een centrum, een soort geheugen voor bewegingspatronen, dat een sterk regulerende invloed uitoefent op onze bewegingen en wat daar uit voortvloeit. Men heeft ongeveer drie dagen nodig om zich aan scheepsbewegingen te gewennen; daarna is de activiteit van dit patrooncentrum, waar op adequate wijze een getrouwe copie van de zich steeds herhalende scheepsbeweging geformeerd is, voldoende om diè correcties aan hoofd, romp en ledematen te volbrengen, nodig voor het handhaven van het evenwicht op het schip. Gaat men van schip aan wal, dan zal men des avonds als men in de schemerachtige hotelgang loopt, ineens het hotel zien bewegen; in bed gelegen doorloopt men weer de hele serie scheepsbewegingen: het patrooncentrum werkt nog na. Meestal is dat na een dag voorbij; bij sommige daarvoor gevoelige mensen kan het wel een maand duren voordat de 'herinnering' aan het schip verdwenen is. Deze, door mij in 1957 geformuleerde hypothese is enige tijd geleden bevestigd door metingen uit de Amsterdamse kliniek van Jongkees, waar een duif lange tijd achtereen aan een slingering was onderworpen geweest: twee en een half uur later vertoonde de duif nog kopbewegingen, die duidelijk in periode overeenstemden met die van de oorspronkelijke slingering.

Zo begint het evenwichtssysteem langzamerhand vorm te krijgen: het is een orgaan-systeem dat stuurt, maar zelf ook weer bestuurd wordt; een cybernetisch systeem derhalve met een geheugen en een variabele terugkoppeling; variabel naar de behoefte van het heden, mede bepaald door het verleden en in afwachting van wat komen kan.

Over de reuk- en smaakorganen zou veel gezegd kunnen worden in algemene zin. De theoretische kennis van het reukorgaan echter heeft sinds Zwaardemaker slechts weinig vorderingen gemaakt. Het was onze landgenoot Hl. de Vries, die nog eenmaal, en dan op fysische basis, een geheel nieuwe benadering van het probleem van de reuk heeft gevonden, een poging die helaas toch verder geen vruchten heeft afgeworpen. Het zou zeker zin hebben het onderzoek hierover opnieuw te hervatten, maar dan op algemener basis.

Meer dan het reukzintuig leent zich het smaakzintuig voor onderzoek. Daarin is dan ook meer vooruitgang geboekt, met name door de Amerikaanse onderzoekers zoals Cohen, die bij de kat de bekende zoet-, zuur-,

zout- en bitter-reacties in detail met mikro-elektroden kon bestuderen in een speciale smaakzenuwtak, de *chorda tympani*, welke merkwaardigerwijze vrij door de trommelholte loopt en daar ter plaatse goed toegankelijk is voor onderzoek.

Deze organen, reuk en smaak, verdienen meer belangstelling dan er gewoonlijk aan besteed wordt; een opvatting, die Huizing in zijn onlangs te Leiden gehouden openbare les klaarblijkelijk deelt. Als mijn inlichtingen juist zijn, zou ook Von Békésy thans het reukorgaan zijn gaan bestuderen. Gezien diens indrukwekkende resultaten op het gebied van het gehoororgaan, wacht ik zijn eerste publicaties in spanning af. Overigens zal ik mij er voorlopig maar zijdelings voor kunnen interesseren, daar deze organen niet in het labyrint gelegen zijn en dus niet tot mijn werkterrein zouden behoren.

* * *

Nemen wij thans het gehoororgaan, zij het vluchtig, in beschouwing.

In het animaal bestaan is het gehoororgaan bij machte het dier voortdurend in te lichten over alles wat in zijn omgeving geluid maakt: komt een geluidsbron naderbij of gaat hij verder weg, of loopt hij in een omtrekkende beweging? Het gehoororgaan neemt waar in alle richtingen, ongeacht of het dag of nacht is.

Deze waarschuwendende functie heeft het gehoororgaan tot op de huidige dag, ook voor de mens, behouden. De vele reflexbanen, die van het gehoor uit naar het spierstelsel voeren, hebben al menigeen gered. Men reageert onderbewust op het geluid van een naderende bedreiging: men staat plotseling stil of maakt een afwerend gebaar; pas daarna wordt men zich bewust van de aard der bedreiging. Ook gebeurt het wel, dat men zich in een stille omgeving omdraait zonder eigenlijk iets gehoord te hebben, om dan te constateren, dat er wel degelijk een aanwijsbare oorzaak voor deze handeling bestond. Het alerteringsmechanisme is steeds actief; het onderhoudt de toestand van voortdurende paraatheid van het hele wezen, zonder directe inschakeling van het bewustzijn.

Nadat het dier door zijn gehoor gewaarschuwd is, kan de herkenning volgen van de geluidsbron naar aard en richting. Deze interpretatieve functie is voor het dier uitermate belangrijk; deze leidt o.a. tot de beslissingen: gevaarlijk of ongevaarlijk, vluchten of naderbij komen, gegeten te worden of zelf te eten.

Tenslotte kan het dier, door het uitstoten van typische geluidsreeksen,

zijn soortgenoten een mededeling doen en hun antwoord vernemen: daarmee heeft de communicatie zijn intrede gedaan, een vermogen dat voor de mens van het allerhoogste belang is geworden.

Alarmering, interpretatie, communicatie zijn de drie belangrijke taken van het gehoororgaan. De mens zou nooit tot taal gekomen zijn zonder zijn gehoororgaan. Hierbij is de stem volledig onderworpen aan het gehoor, dat bepaalt welke geluidstrillingen gebruikt kunnen worden voor communicatieve doeleinden, hoe sterk zij moeten klinken, hoe samengesteld zij mogen zijn en hoe snel zij afgewisseld mogen worden, wil het gehoor hen kunnen ontrafelen en interpreteren. Wanneer men de spraak analyseert, blijkt dat deze geheel aangepast is aan de eigenschappen van het gehoororgaan: het gehoor is de bepalende, de sturende grootheid in deze zo belangrijke menselijke uiting. Zonder taal geen denken, geen overdracht, geen opvoeding, geen beschaving. De schrijftaal heeft slechts de volle betekenis voor hen, die de gesproken taal kennen. Lezen is in zich-zelf meespreken, denken is inwendig taalgebruik.

Onze maatschappij is geheel op het taalgebruik gebaseerd. Ik wil hierbij het belang van het gezichtsorgaan niet uit het oog verliezen, maar men moet wel bedenken, dat men een blindgeborene de taal kan leren in vrijwel al zijn facetten; tenslotte kan de schrijftaal hem in de vorm van Braille-schrift deelachtig worden, zodat hij kan uitgroeien tot een vrijwel volledig mens. De doofgeborene daarentegen, in het bezit van een normaal gezichtsorgaan, kan men nooit brengen tot het geestelijk peil van de blinde, hoewel de schrijftaal toch tot zijn beschikking zou staan. Het blijkt in de praktijk, dat ook de geschreven taal inderdaad slechts ten volle tot leven gewekt kan worden door de horende mens. De doofgeborene zal dit nooit kunnen bereiken: zijn taal heeft de vorm van telegramstijl, zijn symboolmateriaal mist nuancering, mist het gebruik van de abstracties waarmee de volwassen mens zich veelal bezighoudt.

Ik behoef de muziek nauwelijks in uw herinnering te brengen als belangrijke menselijke uiting: als cultuurvorm schenkt zij de muziek-gevoeligen een onuitputtelijke bron van genot; als geluidsvorm is de muziek, technisch gezien, zeer eenvoudig vergeleken bij de taal. Muziek is een nogal simpele opgave voor het gehoororgaan, taal een veel moeilijker. Het luisteren naar muziek is dan ook minder vermoeiend dan het aanhoren van een spreker, zelfs als zijn of haar stem als muziek klinkt. Bij muziek is een veel kleiner gedeelte van de geest werkzaam dan noodzakelijk voor het beluisteren en interpreteren van taal. Het is niet onmogelijk, dat het een ander gedeelte van de hersenschors is, dat muziek interpreteert, dan bij de taal het geval is: er zijn volledig onmuzikale mensen, die toch goed hun talen spreken, ter-

wijl muzikale toonreeksen hun niets te zeggen hebben. Muziek beluisteren of beoefenen is klaarblijkelijk een luxe voor de geest.

De kennis van de functie van het gehoororgaan in zijn totaliteit, is de laatste twintig jaar enorm vooruitgegaan. De grote stoot is gekomen van de zijde van wetenschappelijke medewerkers der telefoonmaatschappijen, iets wat op het eerste gezicht misschien vreemd aandoet, doch bij nadere beschouwing wel logisch is. Deze telefoonmaatschappijen fabriceren communicatieapparatuur, waar de stem enerzijds en het gehoor anderzijds de bepalende grootheden zijn. Wil een bericht goed overkomen over grote afstanden, dan moet deze apparatuur in staat zijn de informatie van de ene naar de andere zijde in zodanige vorm over te brengen, dat de luisteraar deze inderdaad kan waarnemen en begrijpen. De problemen spitsen zich daarbij toe tot de volgende: hoe goed moet de verbinding zijn en hoe slecht mag hij zijn? Deze problematiek heeft Harvey Fletcher, destijds de leider van het laboratorium van de Bell Telephone Company te Murray Hill in Noord-Amerika, er toe genoopt zowel stem, spraak als gehoor tot onderwerpen te kiezen. Zijn boek *Speech and Hearing in Communication* waarin ook bijdragen van zijn vele medewerkers opgenomen zijn, is nog steeds een veelvuldig geraadpleegd standaardwerk.

De voor ons belangrijke conclusies, die hierin geformuleerd zijn en die betrekking hebben op het analyserend vermogen van het gehoororgaan, zijn als volgt. Bij waarneming van een zuivere toon wordt van het gehoororgaan een frequentieband in beslag genomen ter breedte van ongeveer 15% van de frequentie van die toon; dit is de zogenaamde kritische bandbreedte. Deze opvatting kon de Utrechter Versteegh jr in 1954 bevestigen met behulp van frequentie-gemoduleerde tonen. Worden aan het gehoororgaan tegelijkertijd twee zuivere tonen aangeboden, dan kunnen zij gescheiden waargenomen worden als hun onderlinge toonsafstand groter is dan de kritische bandbreedte. Dit geldt ook voor de gelijktijdige waarneming van vele tonen, bijvoorbeeld die van een zogenaamd harmonisch complex, waarvan de door muziekinstrumenten voortgebrachte tonen representanten zijn. Aan een door een viool voortgebrachte toon kan men tenminste drie kwaliteiten onderscheiden: de toonhoogte, de sterkte en het timbre. De school van Fletcher stelt, dat men aan een dergelijk harmonisch complex de toonhoogte van de grondtoon toekent en een sterkte, luidheid genaamd, die gelijk is aan de som van de individuele luidheden van de deeltonen van het complex, op voorwaarde dat deze deeltonen een onderlinge toonafstand bezitten, groter dan de plaatselijke kritische bandbreedte. Het timbre is afkomstig van de rijkdom aan boventonen.

Deze uitspraken bouwen voort op de veronderstellingen van Ohm (in

1840) en Von Helmholtz (in 1896) over de werking van het gehoororgaan, maar beperken tevens de geldigheid ervan. Ohm stelde, dat het gehoororgaan ieder complex geluid volledig zou ontleden in zijn deeltonen, zonder enige restrictie over minimale toonsafstand. Von Helmholtz is zich terdege bewust geweest van de tekortkomingen van het gehoororgaan, getuige de aandacht, die hij o.a. aan het verschijnsel der zwevingen heeft geschonken; tenslotte is een zweving een duidelijk bewijs voor het falen, in analytisch opzicht, van het gehoororgaan: de twee tonen liggen zo dicht bijeen, dat zij op hetzelfde gedeelte van het gehoororgaan inwerken en dat zij zich daar voordoen als hun algebraïsche som, dus ongeanalyseerd. Von Helmholtz heeft tevens de paradox aan de orde gesteld over het hoge analytisch vermogen enerzijds en de snelle reactie van het gehoororgaan anderzijds. Bij een scherp splitsend vermogen behoort fysisch een lange inslingertijd en een daarmee overeenkomstige uitslingertijd. Het gehoororgaan blijkt echter zowel een hoog analytisch vermogen te bezitten als een korte reactie-tijd. Het is pas in de laatste jaren enigszins duidelijk geworden hoe het gehoororgaan dit conflict omzeilt.

De belangrijkste bijdragen tot de oplossing van de schijnbaar strijdige eigenschappen van het gehoororgaan zijn afkomstig van de Nobelprijswinnaar Georg von Békésy, die als geluidsingenieur bij de Hongaarse PTT begonnen is en thans zijn carrière voorlopig heeft afgesloten met een lijvig boek, waarin hij op de hem eigen minutieuze wijze zijn opvattingen, gebaseerd op de uitkomsten van een geniale experimenteertechniek, heeft vastgelegd. Zeer kort samengevat zijn de, in dit verband, belangrijke conclusies: een zuivere toon brengt de scheidingswand van het gehoororgaan in golvende beweging, welke opzweept naar een maximum, om daarna snel tot rust te komen; de plaats van het maximum op de scheidingswand hangt af van de frequentie van de toon: hoe hoger de toon, hoe dichter het maximum bij het begin gelegen is, bij de stijgbeugel; hoe lager de toon, hoe dieper dringt de golf door in het slakkenhuis en des te verder ligt het maximum. Er is hier sprake van een quasi resonantie met een brede top. Deze nogal onscherpe resonantie is in overeenstemming met de complementaire eis van de korte reactie-tijd. Von Békésy heeft de verklaring van de hiermede strijdige eigenschap der zo nauwkeurige toonhoogte-analyse op indirecte wijze gegeven. Hij construeerde een gestrekt slakkenhuismodel van ongeveer 30 cm lengte, slechts bestaande uit de scheidingswand, aan de onderzijde begrensd door één vloeistoflaag. Deze kon aan één zijde aangedreven worden en in trilling worden gebracht. De scheidingswand bestond uit een rubber- of plastic laag, bij het begin smal en stijf, verderop breder en slapper wordend, juist als in het echte slakkenhuis het geval is. Op deze scheidingswand was

van hetzelfde materiaal een richel aangebracht, die men met de huid van de onderarm in contact kon brengen. Indien men dit systeem met een trilling van een geschikt gekozen frequentie aandreef, voelde de waarnemer op een scherp omlijnde plaats van zijn onderarm de vibratie. Werd de frequentie verlaagd, dan verplaatste zich de vibratieplek ogenblikkelijk, bijvoorbeeld naar de elleboogzijde; werd de frequentie verhoogd, dan verplaatste de vibratieplek zich naar de pols. De nauwkeurigheid in frequentiewaarneming, die bepaald wordt door te letten op de juist waarneembare verschuiving van de vibratieplek, bleek even groot te zijn als de minimaal waarneembare toonhoogte-verandering, uitgerekend in mikrons verplaatsing van het maximum langs de scheidingswand in het slakkenhuis, als men hierbij de verhouding van de dichtheid van de tastpunten op de onderarm en die van de zintuigcellen in de scheidingswand in aanmerking neemt.

De vergelijking tussen de tastzin van de huid en de gehoorzin van de slakkenhuis-scheidingswand, is lang niet zo ver gezocht als men misschien zou denken. De zintuigcellen van het gehoororgaan, en ook de scheidingswand, zijn ontstaan uit hudelementen, zoals men kan waarnemen bij het zich ontwikkelende embryo. Daar stulpt zich aan weerszijden in de tweede week de ektodermale omhulling naar binnen om een holte te gaan vormen, die later afgesloten wordt. De binnenzijde van deze holte is dus met opperhuid bekleed. Hieruit differentiëren zich de gehoor- en evenwichtsorganen.

Hoewel Von Békésy met dit analogon dus geen verklaring geeft, toont hij aan dat het wel degelijk mogelijk is om aan een breed resonantiemaximum een kleine prikkelbreedte toe te kennen. Met behulp van het principe van Gray, n.l. dat de belasting van een weefselgedeelte in hoofdzaak daar wordt waargenomen waar de drukgradiënt het grootst is, wordt nu verder de ver-smalling in de waarneming van het brede maximum, daar waar het snel afvalt, aannemelijk gemaakt.

Hier niet mee tevreden, heeft Von Békésy met mikro-elektroden het gehoororgaan afgetast, teneinde aan de hand van de elektrische verschijnselen een beter inzicht te verkrijgen in de lokale inwerking van een trilling. Hij is de eerste geweest, die geconstateerd heeft dat er een gelijkspanningsverschil van 80 mV heerst tussen de ruimte boven de scheidingswand en het naburige weefsel. Een zo hoog positief potentiaalverschil is in het dierlijk lichaam een uitzonderlijk verschijnsel. Later is gebleken, dat dit potentiaalverschil de vermoedelijke energiebron is voor het tot stand komen van de prikkeling van het gehoororgaan.

Reeds lang was bekend, dat er zogenaamde mikrofonsche wisselspanningen in het slakkenhuis gegenereerd werden en dat er actiespanningen ontstonden bij aandrijving van het slakkenhuis met een geluidssignaal. De

Nederlander Buytendijk heeft dit als eerste in 1910 al aangetoond met de toenmalige beschikbare apparatuur, de snaargalvanometer van Einthoven; voorwaar een indrukwekkende prestatie. Wever en Bray, en later ook Davis, publiceerden rond 1930 een serie artikelen over de mikrofonische wisselspanningen, die een getrouwe weergave bleken te zijn van het geluidssignaal. Von Békésy heeft laten zien, dat er toch wel iets bijzonders was met die mikrofonische wisselspanningen: hun energie was twee en een half maal zo groot als de geluidsenergie die hen opwekte. Er moest dus een energie-toeleverend mechanisme bestaan. Dit blijkt gevonden te kunnen worden in dat 80 mV potentiaalverschil.

Er waren nog andere elektrische verschijnselen bekend, van geringer grootte en onzekerder van vorm. Davis en Goldstein beschreven de zogenaamde 'summating potential', die soms positief, dan weer negatief, zich als een gelijkspanningsverschijnsel voordeed zodra er een toon aan het slakkenhuis werd aangeboden. Deze auteurs waren er zich van bewust, dat het teken + of — moest afhangen van de frequentie, maar welk verband er bestond is door hen nooit geformuleerd. Het is aan een onzer medewerkers, Kupperman, mogen gelukken klaarheid te brengen in deze materie en bovendien het verband te kunnen leggen tussen deze 'summating potential' en het golfprofiel van Von Békésy.

Door een elektrode vlak onder de scheidingswand aan te brengen, door de wand van het slakkenhuis heen, slaagde Kupperman er in het gedrag van het elektrisch verschijnsel, de 'summating potential', op de voet te volgen bij gelijktijdige aandrijving van het slakkenhuis met een zuivere toon, die weer de golving in de scheidingswand deed ontstaan. Door de frequentie van de toon te veranderen, kon hij nauwkeurig observeren hoe de 'summating potential' zich gedroeg, aan de punt van de elektrode gemeten. Nadat hij de elektroden achtereenvolgens op verschillende plaatsen in het slakkenhuis had aangebracht, kon hij voldoende overzicht verkrijgen over de elektrische verschijnselen.

De conclusies van Kupperman luiden als volgt. De 'summating potential' is positief onder dát gedeelte van de scheidingswand, dat in heftige golving is. Evenals Von Békésy constateerde hij een maximum voor het elektrische verschijnsel bij die frequentie, die zich volgens Von Békésy ter plaatse van de elektrode moest projecteren. Onder de overige delen van de scheidingswand is de 'summating potential' negatief. Kupperman heeft aangetoond, dat de 'summating potential' eigenlijk uit twee verschijnselen bestaat, die een verschillende oorsprong hebben. De positieve 'summating potential' is afkomstig van een lekstroom uit de 80 mV ruimte, door de scheidingswand heen en daaronder aantoonbaar als een potentiaalverhoging. Deze lekstroom zou

ontstaan door een weerstandsverlaging van de scheidingswand ter plaatse van de heftige beweging. Het gehoororgaan zou dus als een soort weerstandsmikrofoon werken, een veronderstelling reeds eerder door Davis geuit. De negatieve 'summating potential' zou niet anders zijn dan de sommatie van de negatieve actiepotentialen, die bij prikkeling van het gehoororgaan vrijkomen in de zenuwuitlopers.

Er is een opvallend verschil tussen de golfomhullende curve van Von Békésy, en de lekstroomcurve. Hoewel zij nauw verwant moeten zijn, heeft de lekstroomcurve een veel scherper maximum en vertoont derhalve ook een steiler afval. In deze lijkt de lekstroomcurve veel meer op de door Tasaki gevonden responsiecurven, zoals die bij plaatsing van een mikro-elektrode in een der neuronen van de gehoorzenuw vlak achter het slakkenhuis gevonden worden. Klaarblijkelijk is de werking van het golfprofiel reeds in het slakkenhuis meer lokaal dan het brede maximum zou doen verwachten. Latere metingen van Katsuki en Nelson Kiang hebben voor ieder van de vele neuronen het smalle responsiegebied nogmaals aangetoond, waardoor het gehoororgaan beschreven kan worden als een verzameling scherp afgestemde filters.

De paradox van Von Helmholtz is dus wel niet geheel opgelost, maar er is thans aangetoond, dat het gehoororgaan het probleem van de frequentieanalyse in tenminste twee stappen onderverdeelt, een mechanische en een biologische met uitgesproken elektrisch karakter.

Tot nu toe hebben wij gesproken over de signalering, die van het orgaan uit naar binnen wordt gezonden, naar het centraal zenuwstelsel, om in de akoestische schors tenslotte aanleiding te geven tot bewuste signaalwaarneming.

In de afgelopen vijftien jaren is echter ook bekend geworden, dat er banen zijn die, van het centrale zenuwstelsel uit, naar de perifere organen lopen en daar eindigen onder de zintuigcellen van het gehoororgaan. Deze dalende banen kunnen geactiveerd worden door het centraal zenuwstelsel en dan, zoals Galambos heeft aangetoond, regulerend werken op het orgaan zelf als het zachte pedaal op de piano. Bij prikkeling van deze dalende baan van Rasmussen vond Galambos dat de activiteit in de gehoorzenuw sterk daalde.

Een onzer medewerkers, Leibbrandt, is het gelukt, in de periode dat hij in het fysiologisch laboratorium te Utrecht zijn proefschrift bewerkte, aan te tonen dat adaptatieverschijnselen van het gehoororgaan grotendeels het gevolg zijn van de sturende werking van de baan van Rasmussen. Door bij proefdieren de gehoorzenuw (en daarmee de dalende banen) tijdelijk te verlammen met behulp van novocaine, kon hij demonstreren dat de sturende werking, en daarmee de adaptatie, uitbleef. Deze vorm van adaptatie is een

onderdeel van het totale adaptatievermogen, dat verder in het centraal zenuwstelsel gelokaliseerd is. Ieder van u kent het, bijvoorbeeld in de volgende vorm. Men leest met aandacht een boek in een stil vertrek waar slechts een klok tikt. Tijdens het lezen neemt men het tikken niet bewust waar. Als de klok plotseling ophoudt met tikken, kijkt men op van het boek en realiseert zich dan dat er thans volkomen stilte heerst. Het ophouden van een zacht regelmatig geluid is een zo belangrijk element in het omgevingspatroon van de waarnemer, dat hij hierdoor gealarmeerd wordt. De adaptatie had de bewuste waarneming onderdrukt: onderbewust werd het tikken klaarblijkelijk steeds door geregistreerd.

Zoals menig dier, is ook de mens met twee gehoororganen uitgerust, die hem in staat stellen o.a. de richting van een geluidsbron te schatten. Dit vermogen berust op de onderlinge samenwerking der gehoororganen, die elkaar via hun zenuwbanen in het centrale zenuwstelsel ontmoeten. In deze ontmoetingspunten wordt uitgemaakt aan welk signaal de voorkeur gegeven moet worden. Beide gehoororganen zenden hun vrijwel gelijke signalen bijna tegelijkertijd af naar dat centrum. Het oor, dat naar de geluidsbron toegewend is, ontvangt het signaal het eerst en vuurt het in geschikte vorm ook als eerste af. De tussen linker en rechter oor ontstane tijdsverschillen, die belangrijk zijn voor richtinghoren, spelen zich af tussen ongeveer 600 en 30 mikrosekonden. Bij bijzondere kondities blijken 6 mikrosekonden al belangrijk te kunnen zijn. Deze hoge graad van nauwkeurigheid in het bewaren van de tijdsrelatie tussen de signalen van linker en rechter orgaan, wordt bereikt doordat de signalen in de zenuw stootsgewijze, als salvo's (ook wel volleys genaamd) afgevuurd worden, synchroon met de toppen van de geluidsgolf, die het gehoororgaan in beweging brengt. De zojuist genoemde volleys hebben aanleiding gegeven tot het formuleren van een gehoortheorie, de volleytheorie van de Amerikaan Wever. Deze houdt in, dat de periodiciteit van het geluid door de daaraan gekoppelde periodiciteit van de actiespanningen in de zenuw, op zichzelf al een toonhoogte-indruk zou veroorzaken. Zijn landgenoot Licklider heeft daarbij aansluitend een triplet hoorthoortheorie het licht doen zien, die vele onderzoekers tot verder werk heeft aangezet. Hier te lande heeft Schouten, gebaseerd op het volley-principe een 'Residu-theorie' ontwikkeld, die nog meer de nadruk legt op de tijdsrelatie in deze periodiciteit. De Boer en later Ritsema en Lopez Cardozo hebben het geldigheidsgebied van deze Residu-theorie nauwkeurig nagegaan. Ook Plomp heeft zich in enige zijner bijzonder waardevolle publicaties (o.a. over de kritische bandbreedte) met deze kwestie beziggehouden. Het blijkt dan dat het zeer waarschijnlijk is dat de toonhoogte-indruk, die wij van een samengesteld geluid krijgen (bijvoorbeeld van een cirkelzaag of van een spraak-

klank) voor een deel afkomstig moet zijn van de directe waarneming van periodiciteit als zodanig. Meestal stemmen deze waarneming en diegene, die volgens de plaatstheorie (Von Békésy) verkregen wordt, overeen. In sommige kunstmatig opgewekte geluiden ontstaat er echter een discrepantie tussen de twee toonhoogte-indrukken, waarbij de waarnemer zich bewust is dat hij zich in een conflictsituatie bevindt, waarmee overigens de dualiteit van het toonhoogte waarnemen aannemelijk is gemaakt.

Studie van de verschijnselen bij de onderlinge samenwerking der gehoororganen heeft tot opmerkelijke conclusies geleid. Voortbouwende op het werk van Lane (1925) en Matzker (1958), Shaw, Newman, Hirsh (1948) en Chocholle, is het mij mogen gelukken aan te tonen, dat deze samenwerking der gehoororganen nog plaats vindt wanneer één dezer organen een toon ontvangt op een niveau, dat 20 dB onder de drempel gelegen is, m.a.w. waarvan de geluidsdruk $1/10$ bedraagt van die bij de drempel. Het perifere gehoororgaan kan dus ver beneden de bewuste toondrempel functioneren. Het kan u dus waarschuwen zonder dat u zich bewust wordt iets gehoord te hebben. In 1957 had ik samen met de Amerikaanse fysioloog Derbyshire uit een geheel ander type proefnemingen deze conclusie reeds getrokken en daarvan mededeling gedaan, die met beleefd scepticisme ontvangen werd. Thans is deze onderdrempelige activiteit wel zekerheid.

De studie van de samenwerking der gehoororganen is een belangrijke bron van informatie, ook wanneer het pathologische gehoororganen betreft. Het toeval wil, dat er hier ter stede uitstekend uitgeruste scholen voor slecht-horende kinderen gevestigd zijn, waarover wij de audiologische supervisie hebben. De kinderen van deze scholen vormen een fraaie verzameling van allerhand gehoorsafwijkingen. Samen met één onzer medewerkers, de akoepediste Mejuffrouw Hellema, hebben wij in de loop der tijd vele kinderen onderzocht door middel van spraakaudiometrie, speciaal ten aanzien van de samenwerking der gehoororganen. Dit onderzoek heeft geleid tot het ontwikkelen van een klinische methode, die thans ook in het buitenland nagevolgd wordt.

Gehoor- en evenwichtsorganen vertonen uitgesproken verwantschappen, hetgeen geen wonder mag heten, daar het gehoororgaan uit het evenwichtsorgaan is ontstaan. Hun functiewijze stemt overeen; ook in de aard der prikkels die zij moeten ontvangen is een wezensgelijkheid. Men zou kunnen stellen dat de evenwichtsorganen in het frequentiegebied van nul tot circa achttien trillingen per seconde functioneren en het gehoororgaan in het gebied van achttien tot achttienduizend. In werkelijkheid overlappen de werkgebieden elkaar. Maar in beide gevallen gaat het om verplaatsingen van een deklaag over een met zintuigcellen bezette onderlaag. Het is de verplaat-

sing en niet de snelheid van de verplaatsing, die de prikkel oplevert. Ook in hun pathologie vertonen zij eenvormigheid, mits men de vertaalcode kent. De ziekte van Ménière is gekenmerkt door o.a. oorsuizen en duizelingen, ieder voor zich de specifieke uiting van een ziek orgaan. Samen met Gerlings hebben wij bij trauma capitis het hand in hand gaan van gehoor- en evenwichtsafwijkingen kunnen konstaten.

De pathologie is een bron voor kennisverwerving voor de labyrintholoog. Het is zeer goed voor hem om van tijd tot tijd met zijn onkunde geconfronteerd te worden bij een patiënt met een onverklaarbaar symptomencomplex. Zo iets stemt tot bescheidenheid.

Het is ook onze taak om diagnostische meetmethodieken te ontwikkelen en toe te passen. Misschien kan er later een adequate therapie uit volgen en niet alleen een hoortoestel voor een slechthorende; het voorschrijven hiervan betekent eigenlijk een testimonium paupertatis.

De fysische labyrinthologie vereist een intensieve samenwerking tussen kliniek en laboratorium, die hier in Utrecht op zo gelukkige wijze verweven zijn, dat een scheidingslijn niet scherp getrokken kan worden. De vele disciplines gaan in elkaar over, men spreekt elkanders taal. Wij mogen ons gelukkig prijzen dat dit zo gegroeid is en spreken de hoop uit, dat dit tot in lengte van jaren mag blijven voortbestaan.

In het hiervoorgaande heb ik getracht u iets te beschrijven van mijn werkterrein, van datgene wat daarin reeds bereikt is en waar Nederland een bescheiden maar niet te miskennen bijdrage aan heeft geleverd. Wij hebben geen grote laboratoria met uitgebreide staf, geen instrumenten voor het grijpen, maar wij beschikken wel over de traditie, de juiste atmosfeer en de vele kundige mensen. Wij kunnen dus toch meespelen, zelfs de toon aangeven op menig gebied. Maar wil dit zo blijven, dan zal de overheid ons toch meer tegemoet moeten komen in zake de salariëring van wetenschappelijke werkers, opdat wij een goede staf kunnen vormen, waar de continuïteit van het onderzoek in goede handen is. Wij zullen instrumentarium moeten kunnen kopen, niet omdat het buitenland dat al heeft, maar omdat onze eigen proeven dit noodzakelijk maken. Ik weet, dat deze gedachten bij Curatoren van onze Universiteit leven, zodat deze woorden niet tot hen gericht zijn. Maar ik hoop, dat degenen, die uiteindelijk de aan Hoger Onderwijs toegemeten portie bepalen óók van mij dit dringend verzoek zullen horen.

Hare Majesteit de Koningin betuig ik mijn eerbiedige dank, dat Zij mij heeft willen benoemen tot hoogleraar in de fysische labyrinthologie.

Mijne Heren Curatoren. Het vertrouwen, dat u in het verleden reeds in mij stelde en thans weer gesteld heeft door mij te willen voordragen, hoop ik ook in de toekomst niet te beschamen.

U, *Mijnheer Des Tombe*, wil ik in het bijzonder bedanken voor de steun die onze afdeling, en ik in het bijzonder, in de loop der jaren van u mochten ontvangen. Ofschoon u zich wel eens ongerust maakte over de investering in onze instrumentmakerij, hebt u toch steeds onze aanvragen goedgunstig beoordeeld. Ik kan u geruststellen: dankzij deze instrumentmakerij waren wij in staat zelf de apparatuur te vervaardigen, die bij de vele onderzoeken is nodig gebleken. Met name is een zeer kleine mikro-telefoon van het condensator-type door ons ontwikkeld en door de hoge precisie, die door ons personeel met het machinepark bereikt kon worden, is daarmee een unieke serie dier-experimenten mogelijk geworden, waarover ik zojuist gesproken heb en die nu reeds tot goede resultaten hebben geleid.

Dames en Heren Hoogleraren en andere Docenten aan deze Universiteit. Aan mijn voorheen schimmig bestaan hebt u nu, op voor mij zo eervolle wijze, een einde gemaakt en mij laten toetreden tot uw gelederen. Met verschillenden uwer heb ik reeds lang zeer goede betrekkingen onderhouden, die ik in de toekomst nog hoop uit te breiden.

Indien ik mij nu tot de leden van de medische faculteit richt, is dat om uiting te geven aan mijn gevoelens van dank, dat gij mijn werk, in uw faculteit verricht, erkend hebt. Weest verzekerd van mijn medewerking, die ik steeds gaf en ook zal blijven geven.

Hooggeleerde Van Egmond, goede vriend. Reeds in de oorlogsjaren hebt gij mij willen onderwijzen onder het genot van de toen zeer schaarse sigaren. Veel heb ik van u geleerd en ik heb u bewonderd hoe u na de oorlog het hoogleraarschap als opvolger van Quix hebt overgenomen en er een vorm aan hebt gegeven, die samenwerking met u tot een genoegen voor uw ondergeschikten maakte. Er is veel tot stand gekomen tijdens uw ambtsperiode. Ik acht het een voorrecht hieraan bijgedragen te mogen hebben.

Hooggeleerde Jongkees, beste werk- en kwartetgenoot. Jij bent het geweest, die mij in 1940 weer teruggehaald hebt naar de kliniek, nadat ik daar door militaire dienst gedurende twee jaar niet meer had kunnen komen. Ik was toen enigszins onzeker over mijn toekomst, zoals licht te begrijpen valt. Wij hebben gedurende de oorlogsjaren met veel élan, en ook ongestoord, veel op kunnen bouwen. Vandaag heb ik kunnen getuigen van de resultaten van

onze gezamenlijke aktiviteit, die na je benoeming in 1950 te Amsterdam zich gelukkigerwijze nog voortzet in het strijkkwartet, waarin je vader en de jurist van ons gezelschap zo'n groot aandeel hebben.

Zeergeleerde Versteegh. Ik acht het een groot voorrecht u mijn vriend en mentor te mogen noemen. Niet alleen uw scherpzinnigheid en kennis, maar ook uw visionair inzicht in de problemen van de labyrintaire organen, stempelen u tot een der grootste kenners die Nederland op dit uitgebreide terrein heeft voortgebracht. U kunt terugzien op een belangrijk leven, waarbij het een grote geruststelling voor u moet zijn uw werk voortgezet te zien door uw bekwame zoon, die mijn vriend is geworden.

Hooggewaardeerde Gerlings. Met u is het niet moeilijk in de zin van artikel 68^{II} te werken. Bij u en bij mij is de gedachte centraal, dat kliniek en laboratorium tot één geheel verweven moeten functioneren, een gedachte die dankzij uw voorbeeld ook bestaat bij onze wetenschappelijke medewerkers, getuige de grote aktiviteit, die zij zo wel in kliniek als in laboratorium ten toon spreiden. Dit is iets waarvoor wij in het buitenland ten zeerste benijd worden. In u heeft de kliniek de leider gevonden, die zij het werk na Van Egmond kon voortzetten, en de faculteit een collega van uitzonderlijke kwaliteiten. Van allen meen ik persoonlijk het beste af te zijn, want u hebt zich niet alleen ingespannen voor het klinische, operatieve en didactische werk, waar uw gaven al bijzonder goed tot hun recht komen, maar u hebt mij als niet-medicus het leven niet alleen mogelijk gemaakt, maar ook hebt u zich positief ingezet voor mijn belangen en voor de afdeling waar mijn levenswerk ligt. Zonder u had ik hier niet gestaan. Dit is de kortste maar tevens de diepste wijze waarop ik mijn dank aan u kan betuigen.

Waarde Milatz en Ter Horst. Thans hebt u kunnen horen waar het experiment-Q toe heeft geleid. In het fysisch laboratorium begonnen, is het uitgegroeid tot een werk van de zojuist geschetste omvang.

Hooggeleerde Hulst. Misschien zult u verwonderd zijn dat ik u hier toespreek, maar er zijn goede redenen voor. Toen u nog directeur van het Stads- en Academisch Ziekenhuis was, hebt u er zich voor ingespannen dat wij een werkruimte kregen en outillage, die ons het werk mogelijk hebben gemaakt. Ook de bestemming van het onderhuis van gebouw IV tot mijn afdeling is aan uw inzicht te danken. Ik spreek de hoop uit, dat nog velen van uw wijsheid mogen profiteren.

Het Bestuur en de Directie van de Stichting Academisch Ziekenhuis zeg ik dank voor de steun die ik van hun zijde heb mogen ondervinden gedurende de ruim vijftientig jaren dat ik op het terrein heb gewerkt. Met genoegen heb ik kunnen konstaten, dat ook bij u en bij de organisatie tot voorbereiding van een nieuw Academisch Ziekenhuis onder voorzitterschap van ir. Roos,

het accent op 'Academisch' begint te komen, getuige de ruimte die in dat ontwerp voor Medische School en laboratoria wordt gelaten.

De Directies en Personeel van de G.G. en G.D. te Utrecht, van het Gooische Kinderziekenhuis, van de Provinciale Raad van de Volksgezondheid alhier, van de Stichting voor het Dove en Slechthorende Kind te Amsterdam, Hoofden van Scholen voor slechthorenden, van Mytylschool en L.O.M.scholen en van de overige instituten, waarmede in de loop der jaren een belangrijke samenwerking is ontstaan; ik dank u, dat u ons in de gelegenheid hebt gesteld onze aktiviteit buiten het Audiologische Centrum te kunnen ontplooiën, waardoor wij inspiratie voor nieuwe onderzoekingsmethoden hebben gekregen en een contrôle op de waarde van de reeds bestaande methoden.

Waarde medewerkers en medewerkers van het Audiologisch Centrum en Laboratorium. In de eerste plaats wil ik hier de nagedachtenis eren van de instrumentmaker en zeer bijzondere mens Jezeer. Met hem ben ik in 1946 begonnen een laboratorium met werkplaats op te bouwen. Hij heeft zijn onuitwisbaar stempel gedrukt op de vorm waarin zulk werk moet geschieden. Dit is in 1948 voortgezet door u, *Van Klaveren*, die tot op de huidige dag, tot heil van laboratorium en kliniek, zich hebt gewijd aan het beginsel van dienstverlening. Na u zijn er vele anderen gekomen, die gedurende de afgelopen periode zich voortreffelijk hebben ingepast in de bestaande sfeer, zodat er èn instrumenteel èn elektrotechnisch veel is tot stand gebracht. Het succes van ons werk is voor een niet gering deel door u voorbereid.

Een belangrijke bijdrage is destijds geleverd door de heer Tolk, fysisch-assistent tijdens de moeilijke aanloop-periode. Beste Jan, enerzijds was het voor mij een groot verlies toen je naar Nijmegen ging om daar als zelfstandig audioloog te gaan werken, anderzijds verheug ik mij over je succes. Je plaats wordt thans ingenomen door de heer Grobben, die al veel werk uit mijn handen heeft overgenomen.

Dames akoepedisten. Als ik hier het woord tot u richt, zult u mij niet kwalijk nemen wanneer ik één uwer speciaal vermeld, namelijk Mejuffrouw Hellema. Gedurende bijna tien jaar hebt u uw beste krachten gewijd aan ons Audiologisch Centrum. U hebt vorm gegeven aan de eerst wat vage funktie van akoepediste. Vandaag de dag weet ieder, die met ons Centrum kennis maakt, dat een akoepediste een centrale figuur is bij onderzoek, diagnose en behandeling van slechthorenden, in het bijzonder van kinderen. De akoepediste is de vraagbaak, waar ook ik mij tot richt over de te volgen handelwijze bij een patiënt. Deze zelfstandige centrale positie hebt u door de kwaliteit van uw werk gecreëerd en daarmee het niveau aangegeven waarop akoepedische aktiviteit behoort te geschieden en ook gewaardeerd behoort te worden. In deze geest werken ook de andere akoepedisten en maatschappelijke

werksters van ons Centrum. Ik spreek de hoop uit, dat het ons nog vele jaren gegeven moge zijn samen te werken met u en uw collegae.

Een bijzonder woord van dank wil ik richten tot mijn secretaresse *Mejuffrouw Jansen*, die vaak tot in de avonduren bezig is om uitvoering te geven aan de vele opdrachten, die ons werk met zich mee brengt.

Dames en Heren Studenten. Mijn relatie tot u is van incidentele aard. Soms zal ik eens een korte serie colleges geven. Ik zal u het leven niet moeilijk maken. Zodra gij uw co-assistentenschap gaat vervullen in onze kliniek, zult u misschien nader kennismaken met het werk waarvoor ik mij inzet. Ook dan zal dat geen verdere consequenties voor u met zich meebrengen, tenzij u geboeid zult worden door de vele mogelijkheden, die het otologische specialisme bieden kan. Misschien zult u dan besluiten zich te gaan specialiseren tot otoloog. In dat geval ben ik gaarne bereid u bij te staan bij uw onderzoekingen, zoals dat bij vele van uw voorgangers het geval is geweest. De deuren van het laboratorium staan voor u open.

