

# GEHOORSBESCHADIGING DOOR LAWAAI

BEPALING DER SCHERPTE VAN HET GEHOOR BIJ  
PERSONEEL VAN VERSCHILLENDE DIENSTEN DER  
KONINKLIJKE NEDERLANDSCHE MARINE

G. DE WIT — GEHOORSBESCHADIGING DOOR LAWAAI

G. DE WIT

GEHOORSBESCHADIGING DOOR LAWAAI.

# GEHOORSBESCHADIGING DOOR LAWAAI

BEPALING DER SCHERPTE VAN HET GEHOOR BIJ  
PERSONEEL VAN VERSCHILLENDE DIENSTEN DER  
KON. NEDERLANDSCHE MARINE.

ACADEMISCH PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD VAN  
DOCTOR IN DE GENEESKUNDE AAN DE  
UNIVERSITEIT VAN AMSTERDAM, OP GEZAG  
VAN DEN RECTOR MAGNIFICUS DR. B.  
BROUWER, HOOGLEERAAR IN DE FACUL-  
TEIT DER GENEESKUNDE, IN HET OPEN-  
BAAR TE VERDEDIGEN IN DE AULA DER  
UNIVERSITEIT OP DONDERDAG 12 DECEM-  
BER 1940, DES NAMIDDAGS TEN 2½ URE

DOOR

GERRIT DE WIT

GEBOREN TE LICHTENBURG (Z.-A.)

AMSTERDAM — 1940  
N.V. DRUKKERIJ HOLLAND

*Aan mijn Ouders.  
Aan mijn Verloofde.*

Het stemt mij tot groote vreugde, dat ik, ondanks de ongunst der tijden, de academische vorming heb mogen voltooien met het schrijven van dit proefschrift.

Aan U, hoogleeraren, oud-hoogleeraren, lectoren en assistenten der medische en philosophische faculteiten der Leidsche Universiteit mijn dank voor het genoten onderwijs.

U, hooggeleerde DE KLEYN, zeer geachte promotor, ben ik zeer erkentelijk voor Uw leiding die ge mij gegeven hebt in de laatste phase der academische vorming, die ik te Amsterdam mocht doorloopen. Uw zakelijke critiek noopte tot zakelijke zelfcritiek en werkte stimuleerend op mijn studie. Uw rustig vertrouwen en warm meeleven zijn mij vaak tot steun geweest.

Met weemoed en erkentelijkheid denk ik terug aan de voortreffelijke collegialiteit die ik in het corps Officieren van Gezondheid der Kon. Marine heb mogen ondervinden. Hoogedelgestrengde HENDRIKS! Uw belangstelling voor de jongere leden van het corps en Uw tegemoetkomende houding zal steeds bij ons allen in toegenegen herinnering blijven.

Een wel zeer hartelijk woord van dank aan U, zeergeleerde VAN WAVEREN! Het onderwerp van dit proefschrift heeft, als zoo vele andere zaken, altijd Uw belangstelling gehad, en gij waart het die met Uw dynamische persoonlijkheid mij over de eerste moeilijkheden heenstuwde. Dat gij ook later Uw rijke kennis steeds te mijnen dienste stelde, zal ik steeds dankbaar gedenken. Het assistentschap op de keel-, neus- en oorheeskundige afdeeling van het Marine-hospitaal is in vele opzichten van vormende waarde geweest.

Zeergeleerde BIJTEL! Zeer erkentelijk ben ik U voor de hulp die ge mij aanstonds op het acustische laboratorium van het Wilhelminagasthuis hebt willen verleenen. Menige goede raadgeving mocht ik van U ontvangen.

Weledelgeleerde VAN HOEK! Als Uw assistent op de Röntgenafdeeling heb ik op aangename wijze veel mogen leeren.

Tenslotte dank ik allen, die op eenigerlei wijze hebben medegewerkt aan het tot stand komen van dit proefschrift. Erkentelijk ben ik voor de volle medewerking die ik steeds van de betrokken Marineautoriteiten heb mogen ondervinden.

In het bijzonder denk ik ook aan de goede hulp van den adjudant-ziekenverpleger KURVERS.

## INHOUD

|                                                                                                                                                                                                 | Blz. |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| INLEIDING . . . . .                                                                                                                                                                             | 1    |
| HOOFDSTUK I. KORT OVERZICHT DER AUDIOMETRIE . . . . .                                                                                                                                           | 5    |
| HOOFDSTUK II. VOORAFGAANDE OPMERKINGEN EN ONDERZOEKINGEN . . . . .                                                                                                                              | 18   |
| HOOFDSTUK III. AUDIOMETRISCH ONDERZOEK VAN KANONNIERS, PERSONEEL VAN DEN VLEGDIENST EN DEN ONDERZEEDIENST, PERSONEN UIT ENKELE ANDERE BEROEPEN, EN VAN OPZETTELIJK VERDOOFDE PERSONEN . . . . . | 28   |
| I. Kanonniërs.                                                                                                                                                                                  |      |
| a. Literatuuroverzicht . . . . .                                                                                                                                                                | 28   |
| b. Eigen onderzoek . . . . .                                                                                                                                                                    | 35   |
| II. Personeel van den vlegdienst.                                                                                                                                                               |      |
| a. Literatuuroverzicht . . . . .                                                                                                                                                                | 40   |
| b. Eigen onderzoek . . . . .                                                                                                                                                                    | 43   |
| III. Personeel van den onderzeedienst . . . . .                                                                                                                                                 | 52   |
| IV. Ketelsmeden en daarmee gelijk te stellen beroepen . . . . .                                                                                                                                 | 55   |
| V. Acute geluidstraumata . . . . .                                                                                                                                                              | 58   |
| VI. Opzettelijke verdooving . . . . .                                                                                                                                                           | 61   |
| HOOFDSTUK IV. EXPERIMENTEELE PHYSIOLOGIE EN PATHOLOGISCHE ANATOMIE . . . . .                                                                                                                    | 67   |
| HOOFDSTUK V. GEHOORSBESCHADIGING DOOR INTENSIEF GELUID ALS AETIOLOGISCHE FACTOR DER OUDERDOMSDOOFHEID . . . . .                                                                                 | 83   |
| HOOFDSTUK VI. SAMENVATTING EN CONCLUSIES . . . . .                                                                                                                                              | 90   |
| (SUMMARY AND CONCLUSIONS) . . . . .                                                                                                                                                             | 91   |
| (ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLÜSSE) . . . . .                                                                                                                                                        | 93   |
| BIJLAGEN . . . . .                                                                                                                                                                              | 96   |

## INLEIDING.

Dat sterke geluiden op den duur schadelijk inwerken op de gehoorsscherpte is een bekend en algemeen aanvaard feit. Vooral toen de stoommachine meer werd aangewend, ging de beroepsdoofheid een grootere rol spelen. Het smeden van de ketels gaat nl. met veel lawaai gepaard, en het waren de ketelsmeden, die het eerst aan deze doofheid ten offer vielen. De eerste publicaties over deze ketelsmedendoofheid dateeren al van ongeveer 1830<sup>1)</sup>. Sindsdien zijn er talrijke artikelen over deze beroepsdoofheid<sup>2)</sup> verschenen; later ook over de doofheid van tal van andere beroepen, vooral van kanonniers, maar tevens van wevers, locomotiefpersoneel<sup>3)</sup>, enz.

Experimenteel is deze doofheid uitvoerig nagegaan bij dieren. Aan het begin van de indrukwekkende reeksen van experimenten, die in de laatste jaren voor den wereldoorlog in de Duitsch sprekende landen hierover genomen zijn, staat het classieke onderzoek van WITTMACK in 1907.

Bij den mensch is de verdooving experimenteel-physiologisch bijna nooit onderzocht. Merkwaardig is, dat de eenige, althans de eerste, studie hierover reeds uit 1884 stamt en een Nederlandsche publicatie is: de dissertatie van Holland's eersten keel-, neus- en oorarts, HUYSMAN<sup>4)</sup>. Later is deze studie geheel in vergetelheid geraakt.

Lawaai is tot nu toe een onafscheidelijk bijverschijnsel van de industrie en daarom is met de toenemende industrialisatie ook het belang van deze ermee verbonden beroepsziekte toegenomen. Uit

<sup>1)</sup> C. C. BUNCH, The diagnosis of occupational and traumatic deafness, a historical and audiometric study. *The Laryngoscope* 47 (1937) 615.

<sup>2)</sup> Over de gevolge nomenclatuur zie men blz. 18.

<sup>3)</sup> H. ZWAARDEMAKER, Acustische Eisenbahnsignale und Gehörschärfe. *Zeitsch. f. Ohrenheilk.* 28 (1896) 33.

<sup>4)</sup> A. HUYSMAN, De afstomping der gehoorzenuw door geluidsindrukken. Diss. Utrecht, 1884.

de cijfers, die BECK<sup>1)</sup> en PEYSER<sup>2)</sup> hierover geven, blijkt, dat slechthoorendheid door deze oorzaak buitengewoon veelvuldig is en bijna niemand, die b.v. het vak van ketelsmid meerdere jaren heeft beoefend, er van verschoond blijft.

Tot voor korten tijd was er in het vraagstuk der beroepsdoofheid weinig te vinden, dat als geheel vaststaand kon worden beschouwd. De meeste schrijvers beperkten zich bij het onderzoek tot één beroep, min of meer in de veronderstelling, dat ieder beroep naar gelang van zijn specifiek lawaai ook wel eenigszins een specifieke doofheid (nl. voor lage, midden of hoge tonen) zou veroorzaken. Dit is, zooals wij verder in dit proefschrift zullen aantonen, niet het geval.

Door groepen werkers uit verschillende bedrijven met elkaar te vergelijken is komen vast te staan: *dat het audiogram van het door intensief geluid beschadigde oor een karakteristiek beeld vertoont, dat geheel onafhankelijk is van de frequentie of van andere kwaliteiten van het verdoovende lawaai.* De eenige restrictie is, dat de overheerschende componenten van het lawaai niet een al te hoge frequentie (boven de 4000 H.<sup>3)</sup>) moeten bezitten, maar dit is in de praktijk nooit het geval. Natuurlijk speelt bij de beroepsdoofheden de individuele kwetsbaarheid, die zeer uiteenloopt, een groote rol.

Waaraan de weinige voortgang in de oplossing van de hier liggende vraagstukken te wijten was? Oppervlakkig zou men meenen dat niets een onderzoek naar deze beroepsziekte met behulp van stemvorken in den weg staat. Ongetwijfeld bezit men in stemvorken en klankstaven de juiste middelen om voor iedere toonhoogte afzonderlijk den gehoorsdrempel (de intensiteit, waarbij de toon nog juist wordt waargenomen) te bepalen.

Indien men nu met een reeks stemvorken van opklimmende toonhoogte onderzoekt, is het mogelijk een gehoorskromme samen te stellen, waaruit de gehoorsdrempel bij iedere toonhoogte is af te lezen. Dit onderzoek heeft echter twee nadeelen. In de eerste plaats, dat het voor massa-onderzoek wat te omslachtig is en in de tweede plaats, dat het „gehoorsverlies” zodoende meestal zal worden uit-

<sup>1)</sup> R. BECK und F. HOLZMANN, Lärmarbeit und Ohr, Arbeit und Gesundheit, Heft 10 (1929) 34 v.v.

<sup>2)</sup> A. PEYSER, Die Begutachtung der Entschädigungspflichtigen Lärmschwerhörigkeit 1931, 28.

<sup>3)</sup> H. = HERTZ = trillingen per seconde.

gedrukt in secunde's verkorting ten opzichte van den gehoorde uittrillingstijd door het normale oor.

Daar iedere stemvork weer een andere uittrillingscurve heeft, biedt de zoo verkregen uitkomst geen kwantitatief objectieven maatstaf voor andere onderzoekers. Daarbij komt nog, dat de uittrillingscurve (de geluidsintensiteit afgezet als functie van den tijd) van een bepaalde stemvork een ingewikkeld verloop heeft. De door de onderzochte ooren gehoorde uittrillingstijden loopen dus zeker niet lineair met de op het eind van die uittrillingstijden gehoorde geluidsintensiteiten (terwijl lineaire verhoudingen toch het ideaal zijn van iedere meetmethode).

Vele van deze bezwaren zijn ondervangen door het gebruik van den modernen audiometer. Hiermede heeft het onderzoek vlug, gemakkelijk en volledig plaats, wat vooral bij massa-onderzoek belangrijk is. Ook wordt de uitkomst direct geregistreerd in een objectieve, fysisch gefundeerde (maar toch physiologisch voldoende bruikbare) maat, in ons geval de decibel. Verschillende onderzoekingen zijn dus direct met elkaar te vergelijken.

Hierin moge men een rechtvaardiging zien (nl. in het gebruik van den audiometer) om dit onderzoek weer ter hand te nemen<sup>1)</sup>. Een andere reden is, dat de schrijver door zijn werkkering als marine-arts in de gelegenheid was, verschillende beroepen naast elkaar te onderzoeken. Dat men doofheden, veroorzaakt door verschillend geaard lawaai met elkaar vergelijkt, mag wel essentieel geacht worden om een beter inzicht te krijgen in deze beroepsziekte. Een tweede voordeel is, dat de onderzochte personen jong waren en een homogene groep vormden.

Het onderzoek strekte zich uit over personeel van den vliegdiens, van den onderzeedienst en een groep kanonniërs, zoodat de uitwerking van drieërlei soort lawaai met elkaar kon vergeleken worden. Buitendien werden voor vergelijking en contrôle een vijftigtal verplegers van het Marinehospitaal onderzocht, terwijl op de polikliniek van de keel-, neus- en oorafdeeling (Dr. VAN WAVEREN) een vijftigtal audiogrammen vervaardigd werden van de meest uiteen-

<sup>1)</sup> Reeds eerder (1924) is bij de Marine een uitvoerig onderzoek met stemvorken ingesteld naar de doofheid der kanonniërs. W. F. J. v. Waveren: Kanonniërsdoofheid en hare voorbehoeding. Diss. A'dam, 1924.

lopende ooraandoeningen. Uit deze laatste groep werd nog een klein aantal verzameld van personen met acute geluidstraumata en van miliciens, die in de burgermaatschappij een luidruchtig beroep, b.v. klinker, uitoefenden.

In het geheel werden pl.m. 190 personen onderzocht. Dit was maar een gedeelte van het oorspronkelijk geprojecteerde aantal. Door de oorlogsramp was het onmogelijk het onderzoek voort te zetten. Maar toch vormde het reeds verkregen materiaal zoozeer een afgerond geheel, dat bewerking en publicatie ervan alleszins gerechtvaardigd leek.

## HOOFDSTUK I.

### Kort overzicht der audiometrie.

De ontwikkeling van de radiotechniek heeft als nevenproduct aan de oorheelkunde een belangrijk hulpmiddel geschonken: den modernen audiometer. Dit toestel burgert zich — nu het bedrijfszeker en geijkt in den handel wordt gebracht — ook in Nederland hoe langer hoe meer in. Daar de audiometrie zulk een belangrijke plaats inneemt in dit onderzoek, volgt hier een korte beschrijving van deze methode, ofschoon deze ook reeds elders in de Nederlandse literatuur uiteengezet is <sup>1)</sup>.

#### *De audiometer.*

Dit toestel wordt verdeeld in twee soorten, de gramfoonaudiometer en de zuivere toon-audiometer, wier toepassing op verschillend gebied ligt.

De gramfoon-audiometer bestaat uit een gramfoon met electrischen pick-up en verschillende hoofdbeugels met ieder een telefoon. Indien op de gramfoonplaat niet verschillende geluidsintensiteiten zijn opgenomen wordt er speciaal voor dat doel een apparaat gebruikt, waarvan de versterking in trappen regelbaar is. Even dient te worden opgemerkt, dat de pick-up, de gramfoonplaat en de weergever nauwkeurig aan elkaar moeten worden aangepast en geijkt. De gramfoon-audiometer wordt hoofdzakelijk gebruikt bij schoolonderzoek. De kinderen moeten de door de gramfoon geproduceerde getallen opschrijven, terwijl na iedere getalgroep en soms bij meerdere groepen de geluidsintensiteit verminderd wordt. Het laagste intensiteitsniveau, dat door een bepaald kind gehoord wordt, geeft het spraakgehoor aan van dat kind <sup>2)</sup>. De Western

<sup>1)</sup> P. WEERSMA, Ned. Tijdschr. v. Geneesk. 83 (1939) III, 41. Idem: Experimenteel onderzoek gehoor bestuurders motorvoertuigen. Diss. Groningen, 1938. E. H. VAN HASSELT, Gen. Tijdschrift voor Ned. Indië, 79 (1939), 2384.

<sup>2)</sup> Children with defective hearing. Report of the committee of inquiry into problems relating to —, 35. Phyllis M. T. KERRIDGE, Hearing and speech in deaf children. Report V of the hearing committee (Med. Research Council), 23.

Electric Co. brengt een gramfoonaudiometer in den handel (type 4-C), waarbij de geluidsintensiteit na vier getalgroepen, ieder van drie cijfers, wordt verminderd met een sterkte van 3 dB. Hierbij omvat de plaat de verschillende geluidsintensiteiten en worden bij elke vier getalgroepen de eerste twee uitgesproken door een mannenstem, de beide laatste door een vrouwenstem.

Voor medisch en fysiologisch onderzoek is de zuivere-toon audiometer bestemd. Dit is een toongenerator, waarbij zoowel de frequentie als de geluidsintensiteit (uitgedrukt in decibels) willekeurig te regelen zijn. Dus het aangewezen toestel voor ons onderzoek.

Er zijn verschillende principes denkbaar, volgens welke zoo'n toongenerator kan werken. De zuiverste toon wordt geproduceerd door een toongenerator, samengesteld uit electrisch aangedreven stemvorken van verschillende toonhoogte, welke naar verkiezing kunnen worden ingeschakeld. Een op dergelijke wijze uitgevoerde toongenerator is buitengewoon kostbaar en wordt voor otologisch onderzoek zeer zelden gebruikt. Het meest praktische is een toongenerator die volgens het heterodyne systeem werkt. Deze generatoren werken met de bekende triodelampen, waarbij twee afgestemde kringen aan elkaar worden gekoppeld. Een van die kringen is onveranderlijk ingesteld op een bepaald aantal trillingen. Bij de meeste generatoren is dit eenige honderdduizenden trillingen per seconde, het juiste aantal doet er weinig toe. Bij den tweeden kring is de instelling variabel gemaakt. Zijn beide kringen op een gelijk aantal trillingen afgesteld, dan zal geen interferentietoon (heterodyne toon) gehoord worden. Wordt nu de afstelling van den variabelen kring veranderd, dan zal men een waarneembaren toon hooren. De toonhoogte hiervan is gelijk aan het verschil in trillingsgetal tusschen de beide kringen.

Ook bestaan er nog generatoren, die een enkelen kring hebben, welke afgestemd kan worden op het aantal trillingen, dat men wenscht. Hier produceert dus de generator een hoorbaren toon. De constructie van deze soort generatoren is echter eveneens buitengewoon kostbaar, bezit verschillende nadeelen tegenover de hierboven genoemde en zal daarom niet verder besproken worden.

Over de eischen, die men aan een audiometer moet stellen en het door ons gebruikte toestel, straks nader.

### De Decibel.

Om fysiologische gegevens ter wille van de overzichtelijkheid uit te drukken in fysische eenheden (omdat deze laatste voldoen aan eenvoudige regels van maat en getal) is altijd lastig en draagt steeds het karakter van een compromis. Dit is ook het geval bij het weergeven van gehoorsscherptemetingen.

Door aan een proefpersoon een bepaalden toon, waarvan de fysische intensiteit bekend is, te laten hooren en hem met dezen toon verschillende andere tonen te laten vergelijken, waarbij de proefpersoon moet aangeven, wanneer hij dezen tweeden toon even luid als den eersten hoort, kan men isophone curven vervaardigen. Een dergelijke curve geeft dus aan, hoeveel energie men aan de verschillende tonen moet toevoeren, om ze alle even luid, dus met dezelfde fysiologische intensiteit, te hooren.

KINGSBURY <sup>1)</sup> het eerst, na hem verschillende anderen (FLETCHER

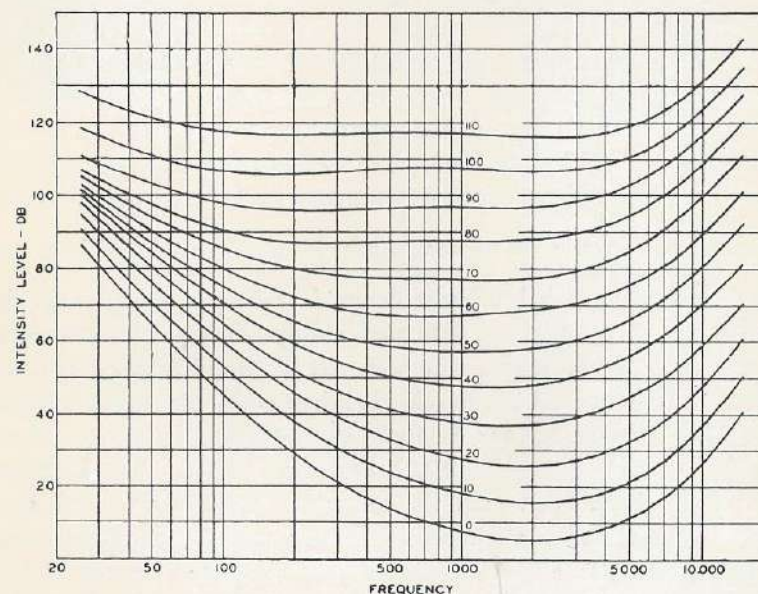


Fig. 1. Isophone curven. Op de abscissae zijn de frequenties, op de ordinaten de intensiteiten afgezet.

<sup>1)</sup> Physic. Rev. 29 (1927) 588; gecit. n. WEERSMA, diss. Groningen 1938.

en MUNSON<sup>1)</sup>, CHURCHER en KING<sup>2)</sup>), maakten deze isophone curven voor verschillende geluidsniveau's. Hierboven zijn de algemeen-aanvaarde curven (hoofdzakelijk die van FLETCHER volgend) afgedrukt (Fig. 1), die ook ten grondslag liggen aan de schaalverdeeling der Western Electric audiometers. Uit deze curven blijkt:

1. De waarnemingsdrempel (minimum-audibele) ligt niet voor iederen toon even hoog, vanuit fysisch (energetisch) standpunt beschouwd.
2. Voor iederen toon is de verhouding tusschen de toegevoerde energie en de daarmee corresponderende waarnemingsintensiteit (luidheid) weer een andere.

Voert men b.v. vanaf een bepaald luidheidsniveau twintig schaaldeelen toe aan een toon van 1000 H. en aan een toon van 100 H., dan klinkt de toon van 100 H. veel luider dan die van 1000 H. Men ziet, al deze gegevens in een fysiologisch bruikbare, maar toch ten allen tijde gemakkelijk reproduceerbare en daarom fysisch gefundeerde maat uit te drukken, is niet eenvoudig. Toch heeft men een maat gevonden, die praktisch voldoende bruikbaar is. Als uitgangspunt is genomen het minimum-audibele bij 1000 H. De geluidsdruk, waarbij deze geluidsintensiteit (d.i. energie) verkregen wordt, is 0,000207 dyne/cm<sup>2</sup>. De geluidsenergie is dan:  $10^{-16}$  Watt/cm<sup>2</sup> ( $E_0$ ). Voert men een hoeveelheid  $E$  Watt/cm<sup>2</sup> geluidsenergie toe, dan zou dit in deze maat  $\frac{E}{E_0}$  eenheden zijn. Maar om tot een fysiologisch bruikbare eenheid te komen, neemt men de logarithmische waarde van deze verhouding. Zodoende komt men tegemoet aan de fysiologische wet, dat als de fysiologische gewaarwording toeneemt in een rekenkundige reeks, hiervoor vereischt wordt een toeneming der prikkelsterkte (energie) in een meetkundige reeks (WEBER-FECHNER). Door de logarithmische waarden te nemen, transposeert men de ongeveer meetkundige reeks van prikkelsterkten, die vereischt wordt om een regelmatige opklimming in de fysiologische gewaarwording te verkrijgen (en die is het toch, die men wil meten!) ook in een rekenkundige, en komt zoo tot

<sup>1)</sup> J. acoust. Soc. Am. 5 (1933); gecit. n. WEERSMA.

<sup>2)</sup> Journ. of the Inst. of el. engin. 81 (1937) 58, July; gecit. n. WEERSMA.

een ongeveer lineaire verhouding met de fysiologische sterkte. De eenheid, die men zoo verkrijgt, is de bel, genoemd naar den uitvinder van de telefoon. De definitie hiervan is: de bel is de eenheid van een logarithmische schaal, die de verhouding tusschen twee krachten aangeeft. Het aantal bels, die deze verhouding aangeeft, is de 10-logarithme van deze verhouding<sup>1)</sup>. Omdat deze eenheid wat groot is, deelt men haar in tien: de algemeen gebruikte *decibel* (db.).

Voorbeeld: met hoeveel Watt/cm<sup>2</sup> energie ( $E$ ) komt 40 db. overeen?

$$40 \text{ db.} = 10 \log \frac{E}{10^{-16} \text{ Watt/cm}^2}; 4 = \log \frac{E}{10^{-16}};$$

$$\log E = 4 + \log 10^{-16}; \log E = 4 - 16; E = 10^{-12} \text{ Watt/cm}^2.$$

De decibel is zeker geen ideale maat, maar toch voldoet zij in de praktijk zoo goed, dat zij behalve als technische, zooals zij oorspronkelijk bedoeld was, ook als fysiologische maat wordt gebruikt.

In Duitschland bezigt men meestal een overeenkomstige schaal, de phonschaal, welker eenige verschil is dat het 0-punt  $3\frac{1}{2}$  db. hooger ligt.

#### Het audiogram.

Er zijn twee methoden, om de door den audiometer verkregen uitkomsten te registreeren: de Fransche en de — meer algemeen toegepaste — Amerikaansche methode. De verdienste van de eerste is haar exactheid, maar ze is niet overzichtelijk, wat juist het voordeel van de tweede is.

Op het Fransche audiogram (Fig. 2) is werkelijk voor iederen toon het minimum audibele aangegeven, zoowel voor de lucht- als voor de beengleiding. Op het Amerikaansche audiogram (dat veel algemeener is en ook door ons gebruikt werd) geeft men eigenlijk alleen de afwijkingen van het normale weer.

Men teekent aan het gehoorsverlies of de gehoorswinst voor iederen toon. Het normale minimum audibele van iederen toon komt op een rechte 0-lijn, de normaallijn, te staan, a.h.w. de rechtgetrokken

<sup>1)</sup> Zie voor een uitvoerige uiteenzetting: P. WEERSMA, diss. Groningen 1938, 82 v.v.

0-isophon van Fig. 1 en hiervan af zet men de decibels gehoorsverlies naar beneden toe af, de winst naar boven. Vervormt men

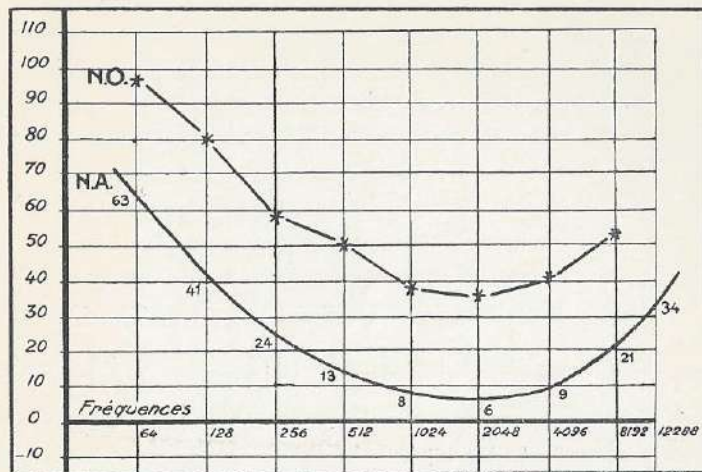


Fig. 2. Fransch audiogram.

N.A.: normale luchtgeleiding.

N.O.: normale (relatieve) beengeleiding.

het diagram van FLETCHER op de aangegeven wijze, nl. dat men de 0-isophon laat samenvallen met de lijn van normaal gehoor op

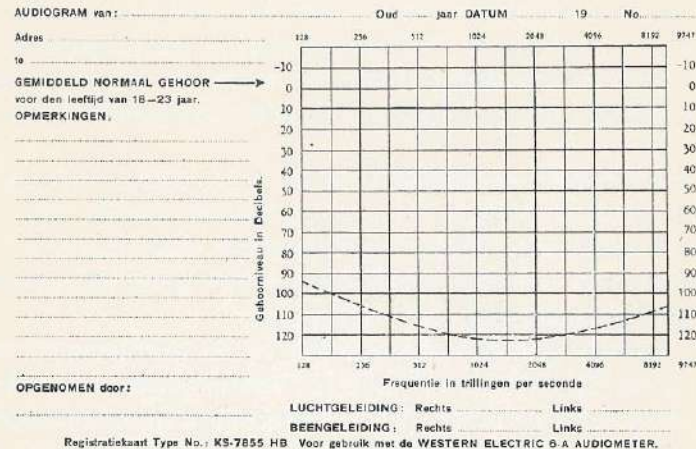


Fig. 3. Audiogram-kaart volgens Amerikaans systeem, zooals ook door ons gebruikt werd.

het audiogram, dan geven de andere zoo ingeteekende isophonen de lijnen aan voor 10, 20, enz. db. gehoorsverlies.

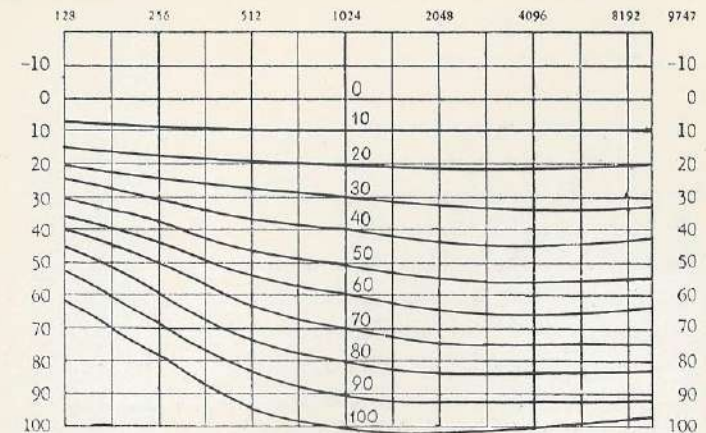


Fig. 4. Isophone curven, ingeteekeend in het door ons gebruikte audiogram.

Deze lijnen loopen dus niet evenwijdig aan de 0-lijn en bij een audiogram, dat een gehoorsverlies aangeeft, zou men ter vergelijking deze lijnen moeten inteekenen, om te zien, of men werkelijk wel met een bas- of discantdoofheid te maken heeft. Dit blijkt echter in de praktijk meestal niet noodig te zijn.

#### Lucht- en beengeleiding.

Dit alles geldt voor de luchtgeleiding. Vervangt men de telefoon door een trilplaatje, dat op het mastoid geplaatst wordt en met een licht, trillingsvrij beugeltje aan het hoofd bevestigd wordt, dan kan men ook een audiogram van de beengeleiding samenstellen. Wat de luchtgeleiding betreft, het normale audiogram hiervan vertoont een constant beeld en is voldoende vastgelegd. De beengeleiding is veel minder constant. De oorzaak hiervan ligt niet in de plaatsing van het trilplaatje op het mastoid. Plaatsing van het plaatje op willekeurige punten van den schedel geeft verschillen van hoogstens 14 db. Eerder ligt de oorzaak in de individuele verschillen, in de structuur van het rotsbeen <sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> J. P. MOURE, Contribution à l'étude de l'audiométrie. Revue de laryng. oto-rhinologie, 60 (1939) 27.

HOLMGREN<sup>1)</sup> noemt als nadeelen van den telefoon-audiometer ten opzichte van den luidspreker-audiometer (dit geldt alleen de lucht-geleiding):

1. telefoon en gehoorgang vormen een gesloten ruimte met eigen resonantie, die afhankelijk is van de lengte van den gehoorgang;

2. de beengeleiding is niet geheel uitgeschakeld.

(Ter voorkoming van misverstand wil ik er hier even op wijzen, dat zoowel de telefoon-audiometer als de luidspreker-audiometer, z.g. zuivere-toon audiometers zijn.)

Dit laatste bezwaar geldt alleen in gevallen, waarin de beengeleiding veel beter is dan de luchtgeleiding, want voor de luchtgeleiding wordt veel minder energie geëischt dan voor de beengeleiding. Ten einde dit bezwaar te ondervangen, was onze telefoon (de Western Electric electro-dynamische telefoon type 705-A, behoorende bij den 6-A audiometer) van een spons-ruberring voorzien (zie Fig. 6). Waarschijnlijk is dit gevaar denkbeeldig, evenals het omgekeerde, dat de rubberring den gehoorgang luchtdicht zou afsluiten; zóó nauwkeurig sluit deze weer niet af.

Als derde bezwaar noemt HOLMGREN, dat er verschillen optreden naar mate men de telefoon meer of minder sterk tegen de oorschelp aandrukt. Wij namen hier zelf eenige proeven mede; de audiogrammen verschilden echter heel weinig. De verschillen lagen eigenlijk alle binnen de waarnemingsfout (5 db.). Om de gehoorsgrens van den geproduceerden audiometerton duidelijker te kunnen bepalen, is de audiometer, zooals door ons gebruikt, voorzien van een interruptor, welke het mogelijk maakt den in de telefoon geproduceerden toon te onderbreken. Wel maakt het groot verschil of men het trilplaatje van de beengeleiding steviger of losser aandrukt. Dit plaatje is echter met een beugel aan het hoofd bevestigd, dus onafhankelijk van den wil van den proefpersoon.

De moderne audiometers zijn zoo ingericht, dat de normaallijn op het audiogram zoowel voor lucht- als beengeleiding geldt (ofschoon men bij de beengeleiding veel meer energie moet toevoeren om het minimum-audibele te bereiken). Hiertoe brengt men bij de Western Electric 6-A en 6-B audiometers een andere schaalver-

<sup>1)</sup> J. HOLMGREN, Acta Otolaryngologica suppl. 34 (1939) 1.

deling aan rond den intensiteitsregelaar (zie afb. 9). De nulpunten op deze schaal zijn zoodanig aangebracht, dat zij bij het aflezen overeenkomen met de nulpunten van de normaallijn voor luchtgeleiding op het audiogram.

De beengeleiding kan op twee manieren worden opgenomen: met open of met toegestopte gehoorgangen (in het laatste geval moeten natuurlijk beide gehoorgangen dichtgestopt worden). Gaat men op deze laatste manier te werk, dan vermijdt men allen invloed van geluid van buiten af, zoodat men dan spreekt van absolute beengeleiding, in tegenstelling met de andere methode, die de relatieve wordt genoemd. Indien de gehoorgang wordt toegestopt zou het geluidsoverbrengringssysteem van het middenoor gehinderd worden omdat het trommelflies dan niet meer in een vrije ruimte vibreert. Dit althans wordt wel beweerd. Uit het vergelijken van absolute en relatieve beengeleiding zouden waardevolle diagnostische gegevens te putten zijn<sup>1)</sup>. Dit onderwerp ligt buiten ons proefschrift; wij wilden er alleen op wijzen, dat de beengeleiding op twee manieren kan worden opgenomen. Gewoonlijk, wij deden dat ook, wordt de

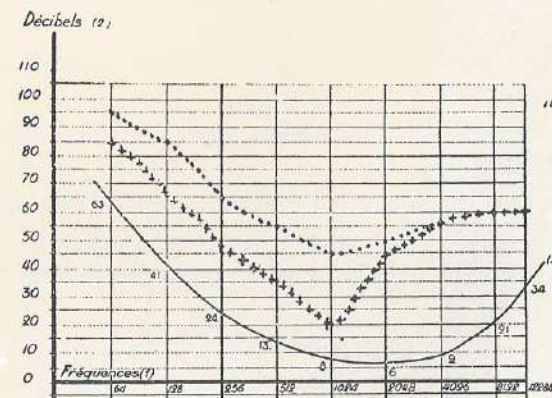


Fig. 5.

— normale beengeleiding.  
 ××××× normale absolute beengeleiding.  
 ..... normale relatieve beengeleiding.

<sup>1)</sup> o.a. M. AUBRY et J. CH. GIRAUD, Presse med. 47 (1939) 653.

relatieve beengeleiding opgenomen. Voor de hoge frequenties, die vooral bij ons onderzoek van belang zullen blijken te zijn, verschillen beide curven trouwens weinig. KERRIDGE<sup>1)</sup> geeft echter aan, dat ook voor de hoge tonen beide geleidingen verschillen.

Het vergelijken van de niveau's van lucht- en beengeleiding is niet anders dan de RINNE-test in uitgebreiden vorm. Dus wijst een relatief betere beengeleiding op een middenooraandoening (R. negatief). Is de beengeleiding in meerdere mate afgenomen dan de luchtgeleiding (RINNE positief) dan is een perceptie-doofheid waarschijnlijk. Wij komen hierop straks bij het bespreken van enkele audiogrammen terug.

Het door ons gebruikte toestel was de Western Electric 6-A audiometer. Dit toestel voldoet aan de eischen gesteld door de (Amerikaansche) Council on Physical Therapy<sup>2)</sup>. Deze eischen zijn wel als toonaangevend te beschouwen. Ze luiden:

1. Het toestel moet geschikt zijn, zoowel voor lucht- als voor beengeleiding.
2. Het toonbereik moet minstens lopen van 128 H. tot 8192 H. (doorlopend).
3. De frequentie van elken toon mag niet meer dan 5 % afwijken.
4. De calibratie moet zijn in decibels, in schaaldeelen van 5 decibels of minder.
5. Bijgeluiden en boventonen boven de 1024 H. mogen een intensiteit, die minder dan 60 db. van den hoofdtoon afligt, niet bereiken. Beneden de 1024 H. moeten ze 40 db. bij den hoofdtoon ten achter blijven.
6. De beengeleider mag geen hoorbare luchtgeleiding hebben.
7. Het toestel moet zoo gebouwd zijn, dat door een kleine verandering dezelfde 0-lijn voor been- en luchtgeleiding op den status bruikbaar is.

<sup>1)</sup> KERRIDGE, I.c.

<sup>2)</sup> Minimum requirements for accepted audiometers. Journ. am. med. ass. 112 (1939) 732.

De door ons gebruikte audiometer had een toonschaal van 128 H. tot 9747 H. (zie Fig. 6).

Gewoonlijk werd opgenomen met intervallen van een octaaf, soms ook met die van een half octaaf (het vliegdienspersoneel), terwijl het mogelijk was met dit type zelfs met intervallen van een kwart octaaf te meten.



Fig. 6. Western Electric 6-A Audiometer met electrodynischen weer-gever voor luchtgeleidingsmetingen.

De beengeleiding werd opgenomen met intervallen van een octaaf vanaf 256 H. (cl.). Voor het opnemen van de beengeleiding zet men rond den sterkteregelaar een andere schaalverdeling op (zie Fig. 9). Voor de beengeleiding moet men nl. veel meer energie toevoeren. Zou men met de luchtgeleidingschaal de beengeleiding opnemen, dan zou men een curve krijgen, die bij 256 H. 50 db., bij

512 en bij 1024 H. 55 db., bij 2048 H. 50 db., bij 4096 H. 45 db., bij 8192 H. 25 db. en bij 9747 H. 20 db. onder de normaallijn ligt.

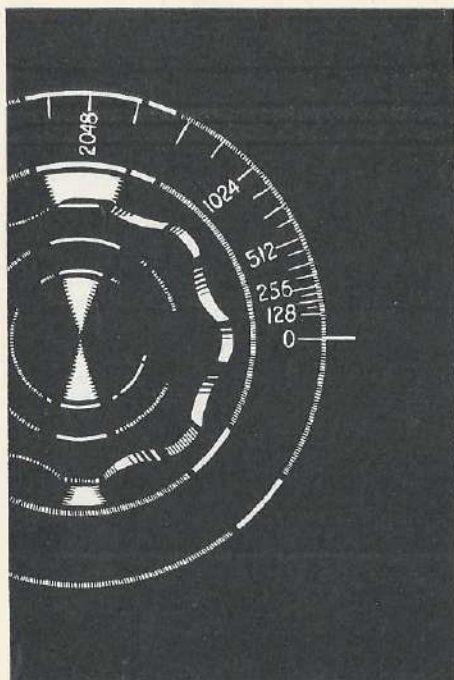


Fig. 7. Frequentieschaal.

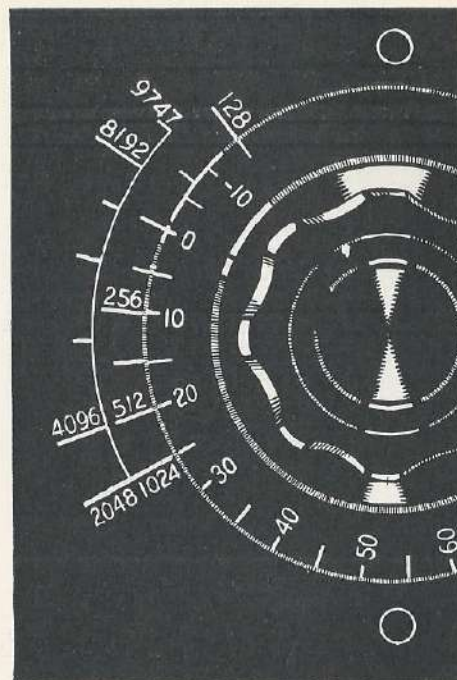


Fig. 8. Sterkteschaal voor luchtgeleiding.

Over het algemeen <sup>1)</sup> wordt deze verhouding tusschen lucht- en beengeleiding wel als juist aangenomen, ofschoon, zooals reeds werd opgemerkt, men bedenken moet, dat de beengeleiding veel minder constant is.

Het toestel werd in December 1939 geijkt op het laboratorium der Nederlandsche Western Electric N.V. en daar in April 1940 herijkt. Bij deze ijking bleek de frequentie volkomen stabiel gebleven te zijn. Intensiteitsverschillen waren er praktisch niet; de grootste afwijking bedroeg 0.7 db., dus een praktisch te verwaarloozen grootte.

<sup>1)</sup> GREENBAUM, KERRIDGE and ROSS, Normal hearing by bone-conduction. J. Laryng. and Otol. 54 (1939) 88.

Verdere literatuur over de physiologie van het gehoor vindt men in: H. FLETCHER „Speech and hearing” <sup>1)</sup> en in S. STEVENS and

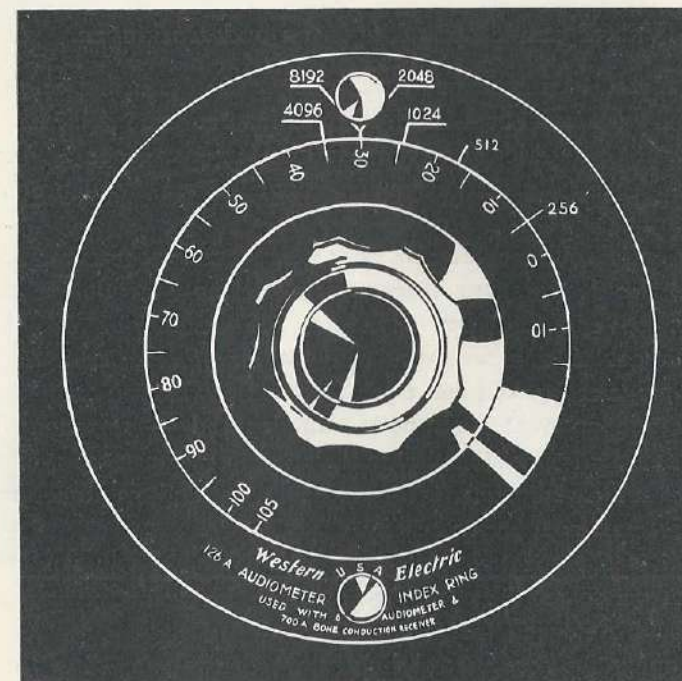


Fig. 9. Sterkteschaal met indexring bij beengeleidingsmetingen.

H. DAVIS „Hearing, its psychology and physiology” <sup>2)</sup>. Speciaal over de geluidssterktemeting, enz. vindt men nadere gegevens in de reeds genoemde dissertatie van WEERSMA.

<sup>1)</sup> H. FLETCHER, Speech and Hearing, London, Macmillan & Co., 1929.

<sup>2)</sup> S. STEVENS and H. DAVIS, Hearing, its psychology and physiology. London, Chapman and Hall, 1938.

## HOOFDSTUK II.

### Voorafgaande opmerkingen en onderzoeken.

Om de resultaten van ons eigen onderzoek, die in het volgende hoofdstuk worden medegedeeld, beter te kunnen beoordelen, is het noodig hier eerst uitleg te geven van enkele benamingen en verder enkele critische vragen, die zouden kunnen rijzen, bij voorbaat te beantwoorden.

Wat de nomenclatuur betreft, deze is eenvoudig gehouden. Onder *doofheid* wordt verstaan iedere vermindering van de gehoorscherpthe, onverschillig den graad en of deze voor een klein frequentie-gebied dan wel voor een grooter gebied geldt.

Een *toon* is een geluid met eigen frequentie, waarvan de curve — de amplitude opgevat als functie van den tijd — nagenoeg een sinusoidale is. Er is uitsluitend sprake van zuivere tonen, zonder veel boventonen. De audiometer is hierop geijkt, dat de boventonen nooit een zeker maximum overschrijden.

*Lawaai* is elk opzettelijk of onopzettelijk geluid van voldoende intensiteit om schadelijk op het gehoor in te werken. *Geruisch* heet ieder geluid, dat geen toon is.

De vragen, die beantwoord moeten worden tot goed begrip van het volgende hoofdstuk, zijn:

1. Wat moet, ter vergelijking met de abnormale audiogrammen, in ons geval als het gemiddelde normale audiogram worden aangemerkt?

2. In hoeverre zijn het stemvork- en fluisterspraakonderzoek uit de aangehaalde literatuur vergelijkbaar met ons audiometrisch onderzoek?

3. Aangenomen, dat de beroepsdoofheid door lawaai een specifiek audiogram vertoont, waarin verschilt dit dan van andere abnormale audiogrammen?

In de volgende drie paragrafen wordt getracht een antwoord op deze vragen te geven.

#### I. Het gemiddelde audiogram van het normale gehoor.

Om dit te verkrijgen werd een contrôlegroep samengesteld, die

onder vrijwel dezelfde omstandigheden als het eigenlijke materiaal werd onderzocht en ook tot dezelfde leeftijdsgroep behoorde. Deze groep werd gevormd door een vijftigtal beroeps- en milicienverplegers van het Marinehospitaal te Willemsoord en uit enkele jonge officieren van gezondheid, die zich welwillend hiervoor leenden.

Iemand werd geacht een normaal gehoor te hebben op een of beide ooren als dit voldeed aan deze eischen: 1. als hij verklaarde daaraan nooit klachten te hebben gehad; 2. als het audiogram geen diepere inzinkingen vertoonde dan maximaal 20 db. voor wat de luchtgeleiding en 25 db. voor wat de beengeleiding betreft; 3. voor zoover het miliciens betrof, de proefpersoon in het burgerleven geen vak beoefende, dat schadelijk (door rumoer) voor het oor zou kunnen zijn (onder de onderzochte miliciens waren vele apothekers-assistenten, analysten en verplegers, verder eenige kappers en winkeliers).

Zoo werden de audiogrammen van 83 normale ooren verzameld. Het materiaal werd in tweeën gesplitst; een groep van 39 normale ooren, afkomstig van 25 personen (met het oog op de beengeleiding is het van belang dit laatste erbij te vermelden, omdat men eigenlijk steeds min of meer, als men geen speciale voorzorgen neemt, de beengeleiding van *beide* ooren meet en wel hoofdzakelijk van het beste; de beengeleiding plant zich nl. door den geheelen schedel voort); en een tweede groep van 26 personen met 44 normale ooren van de leeftijdsgroep der 26- tot 32-jarigen.

De gemiddelde audiogrammen van deze twee groepen en van de contrôlegroep in haar geheel zijn hieronder afgebeeld. Zij zullen in het vervolg dienen als de normale krommen. (Zie Fig. 10.)

Men ziet, dat vooral beneden de 2048 H. de kromme lager ligt dan de op het audiogram aangegeven normaallijn, die gebaseerd is op de 0-isophon van FLETCHER en MUNSEN.

De oorzaak hiervan is, dat de krommen niet zijn opgenomen in een geluidsvrij of nagenoeg geluidsvrij vertrek. Natuurlijk werd voor het onderzoek wel een rustige kamer uitgezocht, maar in zulk een „semi-geluidsvrij” genoemd vertrek bedraagt het diffusie geruisch toch altijd nog 20 tot 30 db. 1).

1) KERRIDGE, l.c. 22.  
FLETCHER, l.c.

Twee gewaarwordingen, die gelijktijdig tot het bewustzijn doordringen, hinderen elkaar in de bewustwording. (HEYMANS: Een

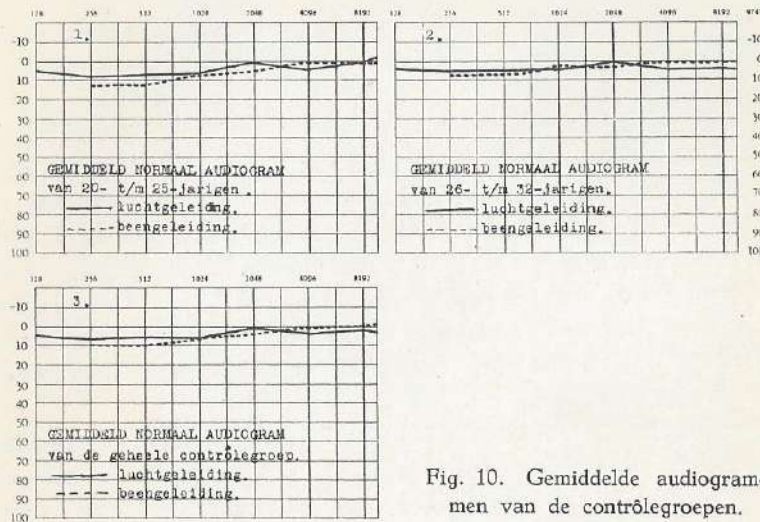


Fig. 10. Gemiddelde audiogrammen van de controlegroepen.

bewustzijnsinhoud verliest aan intensiteit resp. verdwijnt, door het gelijktijdig aanwezig zijn van een anderen bewustzijnsinhoud.) Vooral als de prikkels gelijksoortig zijn, verhoogen zij elkaars drempelwaarde. In de gehoorsphysiologie heet dit verhoogen van de drempelwaarde door een anderen toon, het „masking-effect”.

Het masking-effect is het sterkst, indien de frequenties van het storende en van het gestoorde geluid in elkaars nabijheid liggen. Dit ziet men duidelijk op bijgaande graphiek, ontleend aan WEGEL en LANE <sup>1)</sup>. Deze graphiek toont het audiogram van personen, die gestoord worden door een toon van 1200 H. De basis geeft aan de normaallijn (0 db. gehoorsverlieslijn). Het bovenste audiogram geeft aan het audiogram bij een sterkte van den storenden toon van pl.m. 40 db.; het middelste bij een sterkte van 30 db. en het onderste bij een sterkte van 22 db.

Volgens FLETCHER <sup>2)</sup> liggen de meeste componenten van het

<sup>1)</sup> R. L. WEGEL and CH. E. LANE, The auditory masking of one pure tone by another and its probable relation to the dynamics of the inner ear. The Physical Review, 23 (1924) 266.

<sup>2)</sup> FLETCHER, l.c.

gewone rumoer tusschen de 300 en 1000 H. SOBIN <sup>1)</sup> analyseerde het lawaai van enkele kantoor machines. De hoofdcomponenten lagen tusschen pl.m. 400 en 2000 H. In dit gebied moet dus de invloed

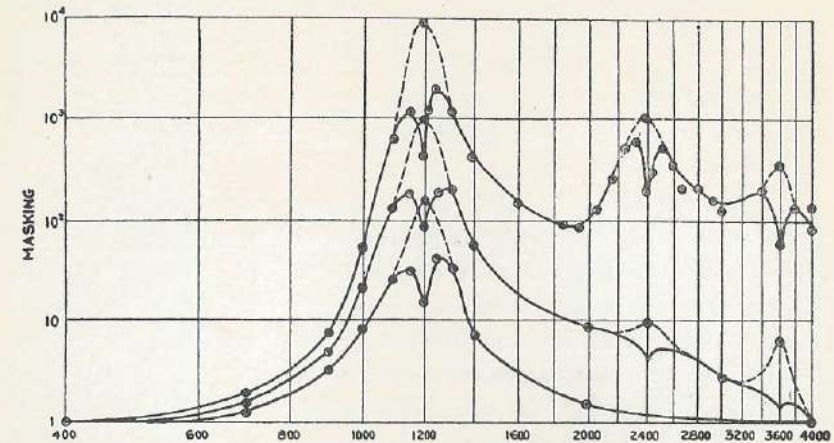


Fig. 11. Op de abscis zijn de frequenties afgezet. Op de ordinaat zijn afgezet de intensiteiten, die de tonen bij de verschillende frequenties moeten hebben om bij aanwezigheid van een storenden toon van 1200 H. tot perceptie gebracht te worden. De drie boven elkaar gelegen lijnen stellen dus voor de maskeeringscurven bij een sterkte van den maskeerenden toon van resp. pl.m. 22, 30 en 40 db.

van het masking-effect het grootst zijn en inderdaad ligt hier de curve het laagst.

In de tweede plaats doet — hoe vreemd het moge schijnen — bij deze betrekkelijk jeugdige personen zich reeds iets van den invloed van den leeftijd gelden. Men ziet, dat in de groep der 26- tot 32-jarigen de hoge tonen iets meer gehoorsverlies te zien geven dan in de jongere groep. Over dit verlies in het laatste hoofdstuk meer.

## II. Vergelijking van de audiometrie met stemvork- en fluisterspraak-onderzoek.

Het is van essentieel belang om de uitkomsten van ons onderzoek te kunnen vergelijken met de uit de literatuur bekende, — waarbij

<sup>1)</sup> J. S. SOBIN, Resultate der Untersuchung des Gehörorgans bei an Powers'schen statistischen Maschinen beschäftigten Personen. Monatschr. f. Ohrenheilk. 68 (1934) 1051.

met stemvork en fluisterspraak werd onderzocht — om na te gaan of er wel een behoorlijke overeenstemming is tusschen deze drie onderzoekingsmethoden.

38 Ooren werden daarom zoowel audiometrisch als door middel van stemvorken en klankstaven onderzocht. De stemvorken hadden een toonhoogte van c 2 (512 H.), c 3 (1024 H.) en c 4 (2048 H.). Het onderzoek naar de gehoorsscherpte voor c 5 en c 6 geschiedde met klankstaven. 19 Ooren hadden een normaal gehoor, 19 vertoonden een afwijkende curve.

Om de correlatie tusschen fluisterspraak en audiometer na te gaan werden 70 ooren volgens beide methoden onderzocht. In een bijlage achterin <sup>1)</sup> vindt men het gedetailleerde verslag van dit onderzoek. Hier wordt alleen het resultaat vermeld.

Tusschen den uitslag van het stemvorkonderzoek en het audiogram blijkt een bevredigende overeenstemming te bestaan. Deze komt hierin tot uiting, dat wie audiometrisch normale ooren heeft, ook normale uittrillingstijden van de stemvorken waarneemt. Indien er audiometrisch een vermindering van de gehoorsscherpte wordt geconstateerd, komt deze ook tot uitdrukking in een verkorten waarnemingstijd van de stemvorktrillingen. Kwantitatief is deze correlatie moeilijk te bepalen, maar kwalitatief is de overeenkomst bevredigend: geringe afwijkingen met den audiometer komen overeen met geringe verkorting der waargenomen trillingstijden, matige daling van de kromme met matige verkorting, enz.

Ook klopte het fluisterspraakonderzoek over het algemeen vrij goed met het audiometrische. Maar wel kwam aan het licht, dat bij discantdoofheid — en daar gaat het hier juist om — het fluisterspraakonderzoek iets te gunstige resultaten gaf. Dit was ook niet anders te verwachten, daar de spraakklanken verspreid liggen over een groot gebied, ongeveer van c 1 tot c 5, terwijl door de discantdooven alleen de hooge klanken, dus vooral de sisklanken slecht zullen worden gehoord.

Dit positieve resultaat komt overeen met dat van KEEN <sup>2)</sup>, die zijn onderzoek door middel van de spraak vergeleek met de audio-

<sup>1)</sup> Zie blz. 97.

<sup>2)</sup> J. A. KEEN, Some observations on the relation between tests by the voice, gramophone-audiometer and pure-tone audiometer. Journ. of Laryng. a. Otol. 53 (1938) 581.

metrie. Ook FLETCHER legde de correlatie vast tusschen audiometrie en fluisterspraakonderzoek. Evenmin als hij, hebben wij de hooge en de lage klanken in de fluisterspraak van elkaar onderscheiden.

### III. Enkele typen van audiogrammen.

Ter vergelijking met de audiogrammen die straks volgen, bespreken wij hier groepsgewijs de audiogrammen van de verschillende, niet op geluidsinwerking berustende, doofheden, die we op de polikliniek konden verzamelen.

a. Audiogrammen bij middenooraandoeningen. Den laatsten tijd is er herhaaldelijk op gewezen, dat de stelling, dat middenooraandoeningen hoofdzakelijk een basdoofheid veroorzaken, niet juist is. Het is de verdienste van de audiometrie dit duidelijk te hebben aangetoond. Volgens CROWE <sup>1)</sup>, die hierover veel werkte, vindt men in vroege stadia van geheele of gedeeltelijke afsluiting van de tuba Eustachii bij kinderen meer discantdoofheid, dan doofheid voor de lage tonen. Een stapes-laesie geeft doofheid voor alle tonen (in een geval, waarbij tijdens de radicaal-operatie per ongeluk de stapes werd uitgerukt en dat wij later audiometrisch konden nazien, bestond echter hoofdzakelijk een bas-doofheid). In een later artikel <sup>2)</sup> wijst hij erop, dat ook sinds langen tijd bestaande gedeeltelijke obstructie van de Eustachiaansche buis met trommelvlies-retractie een discantdoofheid veroorzaakt, waaraan ook de beengleiding deelneemt; soms is deze laatste voor de hooge tonen zelfs geheel verloren gegaan. LÜSCHER <sup>3)</sup> maakte een experimenteele studie der doofheden, die ontstaan door het hinderen van het transmissie-stelsel van het middenoor. Hierbij bleek, dat belasting van de umbo lichte vermindering van het gehoor voor lage en middentonen veroorzaakt. Werd echter het trommelvlies zelf (speciaal de pars tensa) gehinderd, door er grotere en kleinere druppels water of kwik over uit te spreiden, dan kreeg men een discantdoofheid, evenals wanneer men den gehoorgang met water vult of afsluit met was. LÜSCHER veronderstelt nu de mogelijkheid, dat bij

<sup>1)</sup> S. J. CROWE, Diagnosis and differential diagnosis of deafness. Arch. of Otolaryng. 28 (1938) 668.

<sup>2)</sup> S. J. CROWE and BAYLOR, The prevention of deafness. J.A.M.A. 112 (1939) 585.

<sup>3)</sup> E. LÜSCHER, Untersuchungen über die Beeinflussung der Hörfähigkeit durch Trommelfellbelastung. Acta Otolaryng. 27 (1939) 250.

middenooraandoeningen het gehoorsverlies voor de hoge tonen wordt veroorzaakt door afsluiting van de tuba doordat dan het trommelvlies in zijn functie wordt gehinderd; de basdoofheid zou dan veroorzaakt worden door een stoornis in de gehoorbeentjesketen.

Gaan wij ons eigen materiaal na, dan is er bij de middenooraandoeningen inderdaad de tendens waar te nemen, zich te splitsen in twee groepen. Naar het klinische beeld splitsten wij ons materiaal in vier groepen. Van ieder van deze groepen stelden wij een gemiddeld audiogram samen op dezelfde wijze als wij dit deden ter verkrijging van het gemiddelde normale audiogram en wij ook in het vervolg nog vele keeren zullen doen.

Deze groepen waren: 1. de lichte tubair-catarrhen; deze gevallen werden bij toeval, bij het zoeken naar personen voor het samenstellen van het normale audiogram en voor materiaal voor het stemvorkonderzoek (blz. 96) getest; 2. zwaardere middenoor-catarrhen, die hiervoor naar den specialist waren verwezen (wat in dienstverband natuurlijk al spoedig gebeurt); 3. chronische middenoorontstekingen en resttoestanden hiervan, zonder dat er een perforatie was, hierbij kon men dus adhaesies in de gehoorsketen, enz. veronderstellen; 4. personen met geperforeerd trommelvlies.

Wij wijzen erop, dat *alle audiogrammen* van personen met middenooraandoeningen werden verwerkt. Er werd dus niet willekeurig geselecteerd.

Vooraf gaat een audiogram van een milicien, ingezonden wegens linkszijdige doofheid, die een atresie van het linker middenoor bleek te hebben (fig. 12). De oorschelp links was klein en de gehoorgang nauw. Na het cerumen te hebben verwijderd, bleek de gehoorgang in een nauw kanaal uit te loopen. Het audiogram toont alle geijkte kenmerken van een geleidingsdoofheid. De beengeleiding is normaal, voor het basgedeelte zelfs beter dan die van het goede oor. Deze verbetering bij geleidingsdoofheden zou ontstaan, doordat men min of meer de absolute beengeleiding opmeet (zie blz. 13), het masking-effect van het omringende lawaai is uitgeschakeld. Dit geldt natuurlijk vooral als beide ooren zijn aangedaan. De luchtgeleiding is sterk gedaald, in het basgedeelte meer dan in het hoge tonen-gebied.

Men ziet, (fig. 13) dat bij lichte tubaircatarrhen alleen de hoge tonen zijn aangedaan. Zijn het werkelijk middenoorcatarrhen geworden, dan is ook het gebied der lage tonen in het proces betrok-

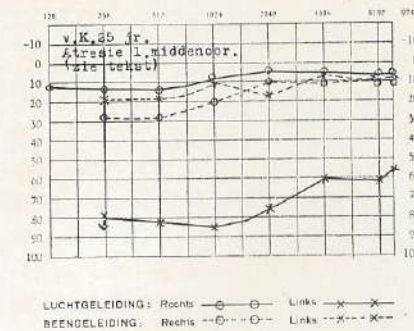


Fig. 12.

ken en is dus een verlaging van het gehoor over de heele linie ingetreden. Hier zou dus niet alleen de tuba, maar ook de gehoorsbeentjesketen zijn aangedaan. De beengeleiding is steeds bij werkelijke middenooraandoeningen relatief veel beter dan de lucht-

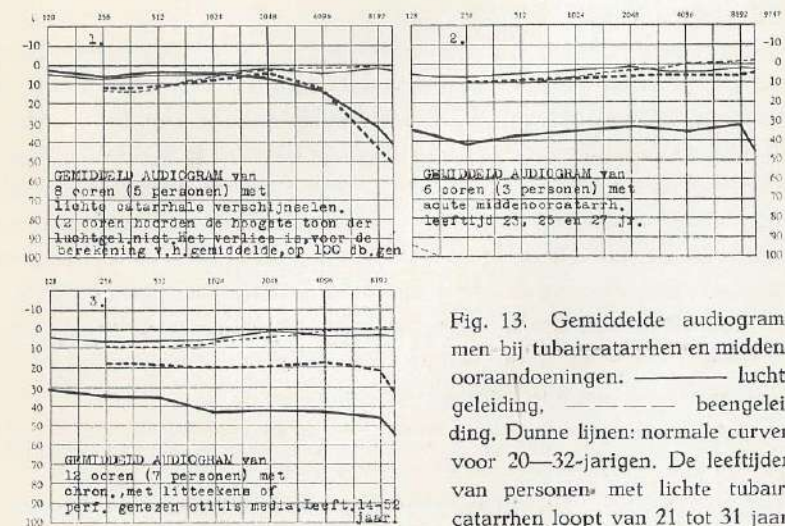


Fig. 13. Gemiddelde audiogrammen bij tubaircatarrhen en middenooraandoeningen. ——— luchtgeleiding, ——— beengeleiding. Dunne lijnen: normale curven voor 20—32-jarigen. De leeftijden van personen met lichte tubaircatarrhen loopt van 21 tot 31 jaar.

geleiding (RINNE negatief). Dit is dus inderdaad een goed kenmerk voor een geleidingsdoofheid.

Het doel van deze voorbeelden was alleen te demonstreeren, dat deze curven anders zijn dan die van de zoo dadelijk te behandelen audiogrammen bij ons soort beroepsdoofheid. Daarom gaan we er hier niet verder op in, hoe interessant het onderwerp ook moge zijn.

Onze twee gevallen van otosclerosis vertoonden een iets grootere vermindering van de gehoorsscherpte voor de bas- dan voor de discantzijde. Dit gold zoowel voor de lucht- als voor de beengeleiding. De beengeleiding was relatief beter.

Van 4 ooren, waarbij het mastoid volgens SCHWARTZE was geopereerd, vertoonden 2, wat de luchtgeleiding betreft, een uitgesproken discantdoofheid. In de twee andere gevallen was er een algemeene verlaging van het gehoorsniveau, meer aan den hoogen dan aan den baskant. De beengeleiding was algemeen en slechts matig afgenomen.

Het uitschakelen van het gezonde oor bij onderzoek van het zieke, zooals dit in het laatste geval noodig was, geeft moeilijkheden, daar het gezonde oor het geluid van den zieken kant „overhoort”, vooral wanneer de gehoorsscherpte van beide ooren veel verschilt. Bij het onderzoek werd in zoo'n geval in het andere oor een lawaaitrommel van BÁRÁNY gehouden. Het over-hooren zal op deze wijze wel voorkomen worden <sup>1)</sup>, maar ideaal is deze uitschakeling niet, omdat ook het slechtere oor, dat men onderzoekt, van het masking-effect te lijden heeft. QUIX <sup>2)</sup> o.a. vond dat door de lawaaitrommel de fluisterspraakafstand voor 't niet-verdoofde oor tot  $\frac{1}{5}$  verminderde.

Het is de vraag, zoowel in het laatste geval, als bij de middenooraandoeningen, in hoeverre de cochlea aan het proces meedoet. Indien dit het geval is, zal de basis der cochlea het meest worden aangedaan, omdat die immers het dichtst bij het middenoor ligt. Het meedoen van de cochlea zou dan in vele gevallen verantwoordelijk zijn voor de discantdoofheid, daar in de basis de hooge tonen zijn gelocaliseerd. De gevallen van discantdoofheid bij een eenvoudige tubaircatarrh vallen hier natuurlijk buiten.

<sup>1)</sup> In Bijlage II (blz. 102) wordt een onderzoekje naar de mate van deze uitschakeling medegedeeld.

<sup>2)</sup> F. H. QUIX, Die Feststellung einseitiger Taubheit. Beiträge zur Anatomie usw. des Ohres usw. Bd. V (1911) 7.

b. Binnenoordoofteden. Het overgrootste deel der nu overblijvende zuivere binnenoordoofteden bestond uit senile doofheden. Deze worden elders besproken. Verder waren er twee luetische gevallen van doofheid (één congenitale bij een jongeman van 25 jaar en één bij een tabetiker van 55 jaar). In overeenstemming met wat hierover is gepubliceerd, vertoonden alle vier de ooren een algemeene daling der gehoorsscherpte. Verder werd een patiënt met traumatische doofheid (als jongen op slaapbeen gevallen) met een algemeen verlaagd hoorniveau, en een geval van brughoektumor, ook met algemeen verlaagd niveau, onderzocht (deze patiënt had ook een facialis- en trigeminusparese).

### HOOFDSTUK III.

Audiometrisch onderzoek van kanonniers, personeel van den vliegdiens en den onderzeedienst, personen uit enkele andere beroepen, en van opzettelijk verdoofde personen.

#### I. Kanonniers.

##### a. Literatuuroverzicht.

In zijn proefschrift geeft VAN WAVEREN <sup>1)</sup> een nauwkeurig beeld van wat er over dit onderwerp vóór 1924 is gepubliceerd. Wij willen in ons korte overzicht hoofdzakelijk dit proefschrift volgen voor wat de literatuur vóór 1924 betreft.

Het valt op, dat zoo weinig der oudere onderzoekers systematisch het gehoor met een volledige stemvorken-reeks hebben onderzocht. De meesten beperkten zich tot een of twee lage stemvorken. Meer aandacht werd over het algemeen gewijd aan de inspectie van het oor. Trommelvliesscheuren komen na ontploffingen voor, maar zijn zeldzaam, tenminste indien de ontploffing niet zóó hevig was, dat de patiënt er door gewond of gedood werd. Overigens wordt de frequentie van deze scheuren en ook van trommelvliesbloedingen en vaatinjecties verschillend opgegeven. MÜLLER <sup>2)</sup> b.v. zag geen trommelvliesscheuren, wel vaatinjecties. De hoogste stemvork, waarmede hij onderzocht, was de c 2, die voor de beengleidingen in 38 % verkort werd gepercipieerd.

FRIEDRICH <sup>3)</sup> publiceerde in 1907 een nauwkeurig onderzoek. Behalve het gewone onderzoek volgens RINNE (met C en c 2-stemvork), WEBER, etc. werden ook de hooge tonen onderzocht. Hij deelt zijn materiaal (19 marine-officieren) in drie groepen in, al

<sup>1)</sup> W. F. J. VAN WAVEREN, Kanonniersdoofheid en hare voorbehoeding. Diss. Amsterdam 1924.

<sup>2)</sup> R. MÜLLER, Ueber die Einflüsse heftiger Geschützdetonationen auf das Ohr, Zeitschr. f. Ohrenheilk. Bd. 34 (1899) 323.

<sup>3)</sup> E. P. FRIEDRICH, Hörstörungen nach Schallwirkung. Arch. f. Ohrenheilk. Bd. 74 (1907) 214.

naar den tijd die verlopen was tusschen 't acustische trauma en 't onderzoek, en wel:

- a. 1—14 dagen;
- b. 1 maand—1½ jaar;
- c. verscheidene jaren,

na het trauma. Groep a. vertoonde een algemeene vermindering der gehoorsscherpte, echter het meest voor de c 5; groep b. vertoonde een vermindering van den waarnemingsduur voor c 4 en vooral ook voor de c 5; bij fluisterspraakonderzoek was de aandoening eenzijdig, maar bij stemvorkonderzoek bleek ze toch dubbelzijdig te zijn. Groep c. vertoonde steeds een doofheid beiderzijds en een verkorting van den waarnemingsduur vooral voor de c 5, minder voor de c 4. De proef van RINNE viel altijd positief uit; 14 keer was er oorsuizen aanwezig, steeds van de toonhoogte c 5. Trommelvliesscheuren werden niet waargenomen; evenwichtsstoornissen traden niet op. FRIEDRICH achtte het voorzichtig uit zijn proeven geen gevolgtrekking te maken over de localisatie van het proces in de cochlea, omdat immers de knal van het geschut een lageren toon heeft dan c 4 of c 5 en ook de toonhoogte van de verschillende kalibers wel uiteen zal lopen.

Ongeveer parallel met dit onderzoek bij de marine loopt het onderzoek van JAEHNE <sup>1)</sup> van een aantal onderofficieren van een regiment vestingartillerie. Hij onderzocht zijn menschen na een rustperiode, dus werden meer de blijvende beschadigingen geconstateerd. Van de 61 onderzochten hadden er 42 (70 %) gehoorsstoornissen. Deze laatsten verdeelde hij in drie groepen en wel:

- a. personen alleen met een verkorting voor de c 4 en c 5 stemvork;
- b. personen met een inkorting van de bovengrens en verkorting voor de c 4 en c 5 stemvork;
- c. personen met een inkorting van de bovengrens en een verminderd gehoor voor alle tonen.

Deze groepeerings geeft ook de volgorde der hevigheid van de

<sup>1)</sup> A. JAEHNE, Untersuchungen über Hörstörungen, Zeitschr. f. Ohrenheilk. Bd. 62 (1911), 111.

aandoening weer. De meesten waren zich vóór zij onderzocht werden, niet bewust van de aandoening.

Veel aandacht besteden de genoemde auteurs aan de vraag, of naast de lucht- ook niet de beengleiding een rol zou spelen in het veroorzaken van de aandoening. WITTMACK had hiervan n.l. door zijn dierproeven de waarschijnlijkheid aangetoond (zie een volgend hoofdstuk). JAEHNE meent in zijn resultaten een bevestiging voor de stelling van WITTMACK te mogen zien. In overeenstemming met het gehoorsverlies voor hoge tonen vond JAEHNE de fluisterspraak, vooral voor de sis-klanken, verkort.

BUNCH<sup>1)</sup> geeft in zijn haast klassiek te noemen artikel over de beroepsdoofheid ook een literatuuroverzicht, dat meer angelsaksisch georiënteerd is. Voor wat de oudere literatuur betreft, levert dit geen nieuwe gezichtspunten op. Alleen komt uit dit alles wel vast te staan, dat deze aandoening in het binnenoor moet worden gelocaliseerd; steeds valt de proef van RINNE positief uit (de beengleiding doet ook mee aan het proces), soms wordt vermeld, dat de bovenste gehoorsgrens gedaald is. Van middenoorlaesies wordt gezegd, dat zij zeldzaam zijn, of hun bestaan wordt ontkend.

Direct na den wereldoorlog viel het VOGEL<sup>2)</sup> op, dat vele studenten die in den oorlog aan geschutvuur hadden blootgestaan, een verminderde perceptie voor de hoge tonen bleken te bezitten. Bij een opzettelijk onderzoek hiernaar, bleek vooral de hoorduur voor de c5 verkort te zijn. Dat deze doofheid niet vaker gediagnostiseerd wordt, schrijft VOGEL hieraan toe, dat door den weinigen last dien men ervan ondervindt, minder ontwikkelden er niet over klagen en aan het feit, dat de meeste artsen niet beschikken over een c5 stemvork met voldoende langen trillingstijd en daarom hun onderzoek bij de e4 of f4 staken.

MÖLLER<sup>3)</sup> oefende op het onderzoek van VOGEL critiek uit, niet

<sup>1)</sup> C. C. BUNCH, The diagnosis of occupational or traumatic deafness. A historical and audiometric study. *Laryngoscope* 47 (1937) 615.

<sup>2)</sup> H. VOGEL, Ueber der Verkürzung der c5-Stimmgabel bei Nervenschwerhörigkeit infolge Detonationsschädigungen. *Beitr. z. Anat. usw. des Ohres usw.* 18 (1922).

<sup>3)</sup> J. MÖLLER, Ueber Verkürzung der Hördauer der c5-Stimmgabel bei Nervenschwerhörigkeit infolge Detonationsschädigung. *Beitr. usw. zur Anatomie usw. des Ohres usw.* 19 (1922) 104.

omdat hij de verkorting van de c5 ontkende, maar omdat VOGEL niet aangaf of ook voor de hoogere tonen de perceptie niet was verminderd en ook verzuimde de maat der verkorting aan te geven.

Op de grens naar de nieuwere literatuur staat de uitvoerige, overzichtelijk samengestelde studie van VAN WAVEREN<sup>1)</sup> die zich over een zeer groot aantal personen uitstrekt. Het bevat het verslag van het onderzoek van de kanonniersopleiding 1914, 1917, 1918 en 1923/24 bij de Kon. Ned. Marine. De deelnemers werden vóór en na de opleiding onderzocht op:

1. den toestand van het trommelvlies;
2. de proef van RINNE (A-stemvork);
3. de proef van SCHWABACH (A-stemvork);
4. den waarnemingstijd voor de stemvork c4 (2048 H.);
5. de bovengrens van het toongehoor;
6. de fluisterspraak (zoowel discant- als baszône).

De opleiding 1914 werd (door de mobilisatie) niet volledig onderzocht en vanaf 1918 werden voorbehoedmaatregelen getroffen om de gehoorsbeschadiging tegen te gaan. Behalve na de opleiding 1914 was er tusschen opleiding en onderzoek steeds een rustperiode van pl.m. een maand. Wil men dus het meest karakteristieke beeld van de blijvende kanonniersdoofheid hebben, dan moet men dit zoeken in de opleiding 1917. Hierom vermelden wij het resultaat van dat jaar:

1. Het trommelvlies was niet merkbaar veranderd.
2. De uitslag van de RINNE-proef was ook niet veranderd, dus steeds positief gebleven.
3. De proef van SCHWABACH geeft het volgende beeld (100 ooren):

|               | rechts<br>ooren | links<br>ooren | tezamen | procenten |
|---------------|-----------------|----------------|---------|-----------|
| onveranderd   | 21              | 24             | 45      | 45        |
| iets verkort  | 19              | 18             | 37      | 37        |
| verkort       | 10              | 8              | 18      | 18        |
| sterk verkort | 0               | 0              | 0       | 0         |

<sup>1)</sup> W. F. J. VAN WAVEREN, l.c.

## 4. De waarnemingstijd van de c4-stemvork was aldus veranderd:

|                          | tezamen<br>ooren | procenten |
|--------------------------|------------------|-----------|
| onveranderd (45—50 sec.) | 29               | 29        |
| gedaald 5—15 sec.        | 61               | 61        |
| gedaald 15—25 sec.       | 10               | 10        |

## 5. De bovengrens van het gehoor vertoonde dit beeld (opgenomen met het monochord van STRUYCKEN):

|                 | rechts<br>ooren | links<br>ooren | tezamen | procenten |
|-----------------|-----------------|----------------|---------|-----------|
| onveranderd     | 35              | 38             | 73      | 73        |
| gedaald 0.5 cm. | 7               | 5              | 12      | 12        |
| gedaald 1 cm.   | 4               | 5              | 9       | 9         |
| gedaald 1.5 cm. | 3               | 0              | 3       | 3         |
| gedaald 2 cm.   | 0               | 1              | 1       | 1         |
| gedaald 2.5 cm. | 0               | 1              | 1       | 1         |
| gedaald 3 cm.   | 0               | 0              | 0       | 0         |
| gedaald 3.5 cm. | 1               | 0              | 1       | 1         |

## 6a. De discantzône van de fluisterspraak gaf dit beeld:

|                 | rechts<br>ooren | links<br>ooren | tezamen | procenten |
|-----------------|-----------------|----------------|---------|-----------|
| onveranderd     | 39              | 39             | 78      | 78        |
| gedaald         | 2               | 2              | 4       | 4         |
| duidelijk ged.  | 4               | 0              | 4       | 4         |
| sterk gedaald   | 2               | 6              | 8       | 8         |
| zeer sterk ged. | 8               | 3              | 6       | 6         |

## 6b. Wat de baszône betreft, krijgen we het volgende beeld:

|                 | rechts<br>ooren | links<br>ooren | tezamen | procenten |
|-----------------|-----------------|----------------|---------|-----------|
| onveranderd     | 40              | 42             | 82      | 82        |
| gedaald         | 3               | 1              | 4       | 4         |
| duidelijk ged.  | 5               | 4              | 9       | 9         |
| sterk gedaald   | 1               | 1              | 2       | 2         |
| zeer sterk ged. | 1               | 2              | 3       | 3         |

VAN WAVEREN zelf interpreteert den uitslag van het fluisterspraakonderzoek zoo, dat de discantzône meer geledën heeft dan de baszône. Veel duidelijker is dit verschil bij het onderzoek der lichting 1914; echter had dit onderzoek plaats zonder voorafgaande rustperiode:

| discantzône<br>(106 ooren) | rechts<br>ooren | links<br>ooren | tezamen | procenten |
|----------------------------|-----------------|----------------|---------|-----------|
| onveranderd                | 5               | 4              | 9       | 8.5       |
| gedaald                    | 20              | 21             | 41      | 38.7      |
| duidelijk ged.             | 22              | 16             | 38      | 35.8      |
| sterk gedaald              | 5               | 8              | 13      | 12.2      |
| zeer sterk ged.            | 1               | 4              | 5       | 4.8       |

| baszône        | rechts<br>ooren | links<br>ooren | tezamen | procenten |
|----------------|-----------------|----------------|---------|-----------|
| onveranderd    | 39              | 34             | 73      | 68.9      |
| gedaald        | 11              | 14             | 25      | 23.6      |
| duidelijk ged. | 3               | 5              | 8       | 7.5       |

Door de genomen voorbehoedmaatregelen werden de afwijkingen na 1918 steeds kleiner, maar het karakter ervan bleef behouden. Samengevat is het resultaat: 1. de afwijking is beiderzijds even sterk; 2. de RINNE-test blijft positief; 3. de waarnemingstijd voor de c4-stemvork is verkort; 4. de SCHWABACH-test toont aan, dat ook de beengeleiding iets geleden heeft; 5. de discantzijde van het fluisterspraakgehoor heeft meer geleden dan de baszijde.

RIDOUT <sup>1)</sup> was waarschijnlijk de eerste die kanonniersdooftheid audiometrisch onderzocht. Bij 225 marine-officieren van den leeftijd van 20 tot 60 jaar vond hij een in iedere decade toenemend gehoorsverlies voor de hoge tonen, dat hij toeschreef aan de werking van geschutvuur. De lage tonen waren practisch niet beschadigd.

DORE <sup>2)</sup> wees op het voorkomen van doofheid bij jagers. Het meest had het gehoor voor de tonen c3, c4 en c5 te lijden gehad (onderzoek met stemvorken). Daar het gehoor het meest was beschadigd aan den kant waar de knal het hardst wordt gehoord (bij

<sup>1)</sup> G. B. RIDOUT, Gunfire deafness in the Navy. U. S. Navy Med. Bull. XXVIII, (1930) 716.

<sup>2)</sup> G. DORE, Valsalva IX (1933) 27, gecit. n. BUNCH l.c.

rechtshandigen links) bestond er over de aetiologie geen twijfel. Ook de beengleiding was verminderd en de stemvork werd bij de WEBER-test het best aan den minst-aangedanen kant gehoord.

BUNCH <sup>1)</sup> tenslotte geeft in zijn reeds meer genoemd artikel naast andere, ook de audiogrammen weer van een 9-tal door groot geschut en een 7-tal door geweervuur veroorzaakte doofheden. Al deze audiogrammen zijn identiek aan elkaar. Zij vertoonen bij den aanvang van het proces een daling voor den c5-toon, die bij voortschrijden der afwijking zich naar beide zijden verbreedt, terwijl meestal het gehoorsverlies voor den c5-toon het grootst blijft.

Berucht om de gehoorsbeschadiging dat het veroorzaakt, is het moderne pantserafweergeschut (PAG). SCHMÜCKER en PFANDER <sup>2)</sup> onderzochten 150 schutters vóór en na het schieten met dit geschut. 98 hiervan schoten zelf niet, maar woonden de oefening op 20 meter afstand bij. Van deze 98 man vertoonde niemand afwijkingen, behalve twee, die na afloop een lichte verkorting voor den c5-toon (klankstaaf) bleken te hebben. Van de overige 52 vertoonden er 29 een verkorting voor den c4- en c5-toon. Bij de meesten was dit na zes dagen weer verdwenen. Bij 5 man was er een slechthoorendheid voor fluisterspraak, die pas na weken verdween. De meeste manschappen schoten slechts tien keer, de enkelen, die meer schoten (30 tot 100 maal), vertoonden ook grotere afwijkingen. Tevens waren de afwijkingen aan het naar het geschut toegekeerde oor groter. De schrijvers wijzen erop (door anderen wordt dit bevestigd) dat klein kaliber geschut schadelijker is dan groot kaliber. Er bestaat ongetwijfeld een praedispositie voor deze gehoorsbeschadiging, daarom moet men erop uit zijn, menschen met een dergelijken aanleg niet bij dit wapen te plaatsen. Hoe dit echter in de praktijk te verwezenlijken is, wordt niet vermeld. De beste beschutting zou zijn: in olie gedrenkte watten.

KRIEGSMANN <sup>3)</sup> onderzocht 37 soldaten, vóór en nadat zij met dit kaliber hadden geschoten. Een soldaat schoot met onbe-

<sup>1)</sup> C. C. BUNCH, l.c.

<sup>2)</sup> SCHMÜCKER und PFANDER, Beobachtungen über Hörschäden durch das Panzerabwehrgeschütz. Münch. Med. W.schr. 1936, 184.

<sup>3)</sup> G. KRIEGSMANN, Ueber Trommelfellveränderungen nach dem Schießen mit dem Panzerabwehrgeschütz. Archiv f. Ohren-, Nasen- und Kehlkopfheilk. 146 (1939) 402.

schermde ooren, een ander met slechts aan één kant beschermde ooren. Deze drie ooren vertoonden alle vaatinjectie van het trommelmvies. Een soldaat kreeg een haematoom van het trommelmvies. Het fluisterspraakgehoor was verminderd en de SCHWABACH-test verkort.

Bij deze soldaten stelde KRIEGSMANN de ondergrens vast op pl.m. C., de bovengrens — eigenaardig — op c4. „Es war auffällig, dass die c5-Gabel trotz stärksten Ausschlages auf beiden Ohren nicht gehört wurde.“ Ook hij wijst op een voorbeschiktheid voor geluidstraumata.

BERENDES <sup>1)</sup> vermeldt, dat in den wereldoorlog de ervaringen van JAEHNE en FRIEDRICH zijn bevestigd. Zelf vond hij, dat na detonatie, er voor de lage tonen slechts een gehoorsverlies van 2—5 db., dus binnen de foutengrens, valt op te merken. Voor de hoge tonen echter is dit verlies groter, tot 20 db. toe, met een maximum bij de c5. De beengleiding volgt de luchtgeleiding. BERENDES is geneigd een deel van dit gehoorsverlies toe te schrijven aan een contractie van den M. stapedius.

Een belangrijke vraag in verband met dit hoofdstuk wacht nog op beantwoording en wel deze: wordt het trauma nu eigenlijk veroorzaakt door den knal, of is het meer de plotselinge drukverandering van de explosie-golf, die schadelijk werkt? De druk bedraagt bij de geweermondung pl.m. 280 K.G./cm<sup>2</sup>, dus bijna 280 atmosferen. Maar deze druk neemt snel af en is op korten afstand van de mondung reeds verdwenen <sup>2)</sup>. Gewoonlijk staan de bedienende manschappen ver genoeg van de mondung af, alleen bij ongelukken zal de detonatie schadelijk werken door drukverandering. Dit wordt afzonderlijk besproken in paragraaf V.

#### b. Eigen onderzoek.

Het was de bedoeling de veertig kanonniërs die begin Mei 1940 van hun opleiding in West-Indië (a. b. H.M.'s „van Kinsbergen“) terugkeerden, audiometrisch te testen. De twee officieren-instructeurs werden nog onderzocht, maar toen door den inval in ons land dit personeel ietwat belangrijker werk kreeg te verrichten, stond het

<sup>1)</sup> J. BERENDES, Das Audiogram der vorübergehende Hörstörung durch Schall und seine Deutung. Archiv f. Ohrenhk. 147 (1940) 281.

<sup>2)</sup> O. MAUNTHNER, Explosionstrauma und inneres Ohr. Alexander und Marburg. Handb. d. Neurologie des Ohres, II, 1, 401.

onderzoek natuurlijk stop. Een maand na de capitulatie echter was het door de groote medewerking van officieren en manschappen — waarvoor ik hen dank zeg — mogelijk, uit het overgebleven marine-personeel nog een twintigtal kanonnières te onderzoeken.

Als men deze mensen vraagt van welk kaliber zij den meesten last ondervinden, dan wordt haast steeds het middelmatige of lichte kaliber genoemd, nooit het zware. Meestal wordt het 7.5 cm kaliber als het onaangenaamste ondervonden, ook de 40 mm mitrailleur wordt onaangenaam genoemd. Dit komt dus overeen met de ervaringen van KRIEGSMANN, SCHMÜCKER en PFANDER. De zwaardere kalibers geven meer een dreun en kunnen, als men zich naast het geschut opstelt, een onaangename sensatie geven: „alsof je even in het vagevuur zit”, volgens een der officieren. Waarschijnlijk komt dit door de sterke luchtdrukwisseling. Volgens PEYSER <sup>1)</sup> komt bij artilleristen van zware kanonnen een intrekking voor van het trommelvlies, die veroorzaakt wordt door deze drukwisseling en verder zou berusten op het reflectorisch spannen van den M. tensor tympani ter bescherming van het trommelvlies. Een salvo wordt eigenaardig genoeg niet zoo onaangenaam gevonden als het afzonderlijke schieten.

Een opleiding kanonnières bestaat uit plm. 40 man. Per man worden verschoten:

- 6 patronen voor het 12 cm kanon;
- 35 patronen voor het 7½ cm kanon;
- 25 schoten voor den 40 mm mitrailleur;
- 100 schoten voor den 12.7 mm mitrailleur;
- 200 schoten voor den geweermitrailleur.

Het aantal schoten waarvan een deelnemer de schadelijke gevolgen kan ondervinden, is dus plm. 40 keer zoo groot, dus aanzienlijk.

Het heeft in de bedoeling gelegen bij een aantal personen ook de bovengrens van het gehoor te bepalen door middel van monochord of Galtonfluit. Hiervan is door het uitbreken van den oorlog echter niets gekomen. Overigens is de inkorting van de bovengrens reeds zoo herhaaldelijk bij dit soort doofheid aangetoond, dat deze wel

<sup>1)</sup> A. PEYSER, Gehörverletzungen im Stellungskriege und ihre Behandlung beim Truppenteil. D. Med. W.schr. 1916, blz. 23.

als vaststaand kan worden aangenomen. HILL <sup>1)</sup> is een sterk voorstander, anderen <sup>2)</sup> stellen dit onderzoek ver ten achter bij het

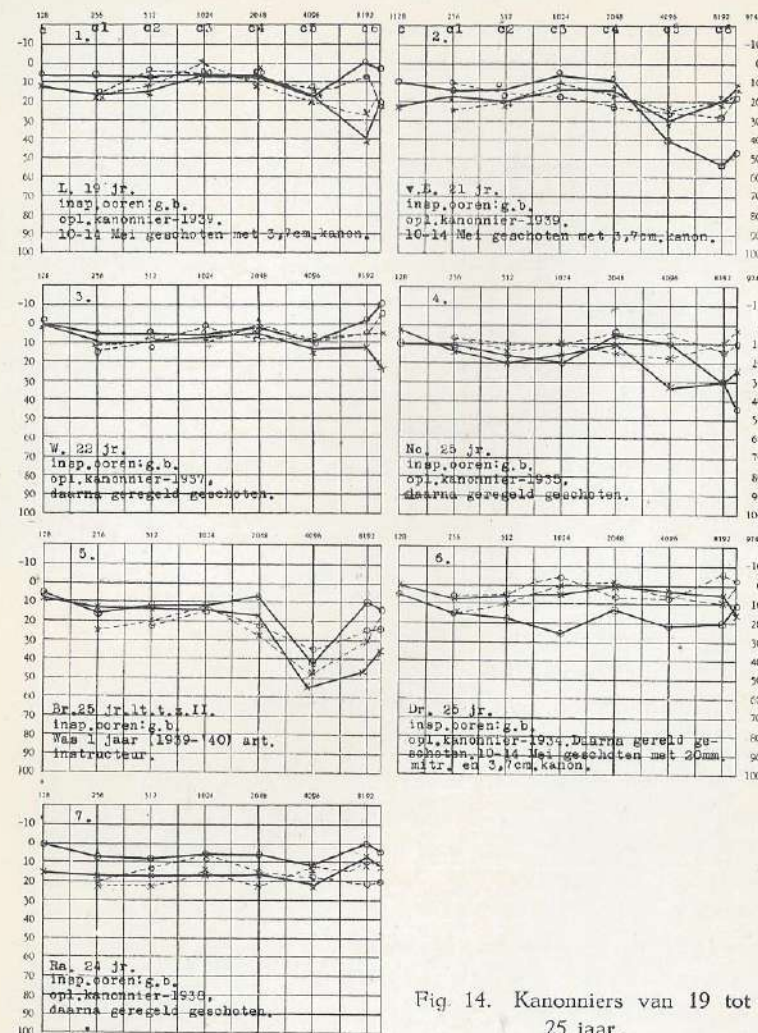


Fig. 14. Kanonnières van 19 tot 25 jaar.

<sup>1)</sup> F. T. HILL, The use of the monochord in routine test of hearing. Laryngoscope 49 (1939) 666.

<sup>2)</sup> o.a. ASCHOF und BAYER, Zeitschr. f. Hals-, Nasen- und Ohrenheilk. 45 (1939) 77.

audiometrische, waarbij men den toon naar believen kan regelen en afbreken.

Er werden 21 kanonniërs onderzocht. Drie hiervan vielen weer uit, 1 wegens voor dit onderzoek te hoogen leeftijd (43 jaar) en 2 omdat ze middenoorklachten hadden gehad (de beengeleiding was

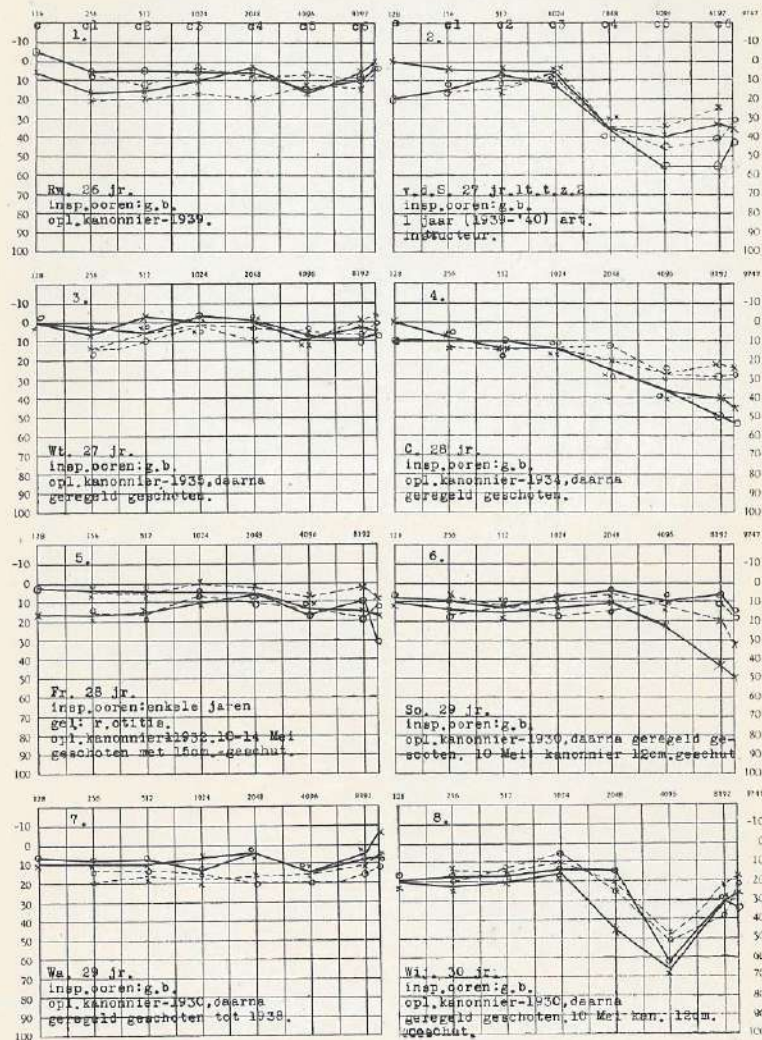


Fig. 15. (Zie verder volgende bladz.)

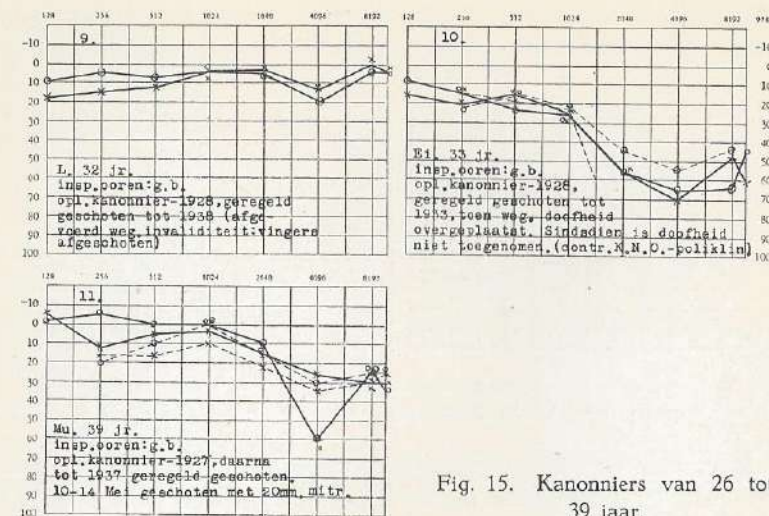


Fig. 15. Kanonniërs van 26 tot 39 jaar.

ook beter dan de luchtgeleiding). Er bleven dus 18 man over, 7 van de leeftijdsgroep van 19 t/m 25 jaar en 11 van de leeftijdsgroep van 26 t/m 39 jaar (er bevonden zich n.l. twee bij boven de 32 jaar, één van 33 en één van 39, maar dit verschil is zoo weinig, dat vergelijking met de controlegroep van 26 t/m 32 jaar toch wel mogelijk is) (fig. 14 en 15).

Van beide leeftijdsgroepen werd weer een gemiddeld audiogram samengesteld (fig. 16).

Dat de aandoening toeneemt met den leeftijd van de proefpersonen, wat ongeveer gelijk staat met toeneming van het aantal

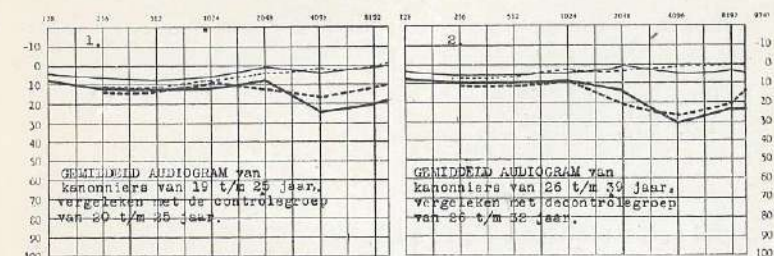


Fig. 16. Gemiddelde audiogrammen der twee groepen kanonniërs. Luchtgeleiding: ———; beengeleiding: ———. Dikke lijnen: kanonniërs; dunne lijnen: controlegroepen.

dienstjaren als kanonnier, wordt geïllustreerd door de volgende twee curven, aangevend de progressie van het gehoorsverlies; één voor de

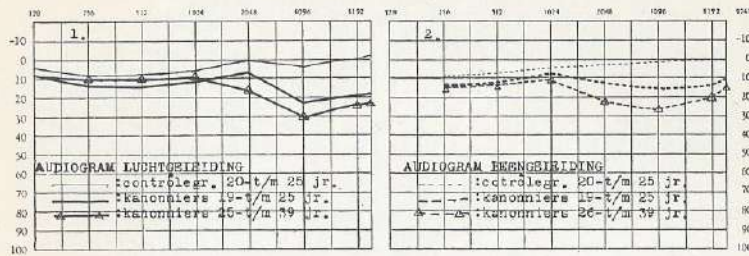


Fig. 17. De audiogrammen van de twee groepen kanonniers en de controlegroep der 20-t/m 25-jarigen, onderling met elkaar vergeleken.

luchtgeleiding en één voor de beengeleiding. Deze progressie is te groot dan dat ze alleen uit de leeftijdsverschillen verklaard kan worden.

### Samenvatting.

Van een 18-tal kanonniers worden de audiogrammen gedemonstreerd. De bij hen gevonden afwijkingen kunnen wel als blijvend beschouwd worden, want tusschen den laatsten keer, dat zij schoten en dit onderzoek verliep minstens een maand.

Zoowel wat de lucht- als de beengeleiding betreft, blijkt het gehoorsverlies het grootste voor den c5-toon te zijn, terwijl ook het verlies voor de c4- en c6-toon niet onaanzienlijk is. Het verlies aan gehoorsscherpte voor andere tonen is klein. De afwijking is over het algemeen groter, naar mate de kanonnier meer geschoten heeft, wat voor de aetiologie van het geluidstrauma pleit. Er bestaan groote individuele verschillen wat betreft de kwetsbaarheid voor het geluidstrauma (vergelijk b.v. de no's 2, 8 en 10 met de no's 3, 5, 7 van fig. 15).

## II. Personeel van den vliegdiens.

### a. Literatuuroverzicht.

Een vliegtuigbestuurder is, vooral als hij in een open cockpit zit, blootgesteld aan extreme geluidsintensiteiten. Behalve van den motor zelf is dit lawaai afkomstig van 1. den uitlaat; 2. het gieren van

den wind en 3. van de schroef. Het lawaai van de schroef is weer te ontleden in drie componenten: a. het slaan van de schroef tegen de lucht; b. een eigen trilling der schroef, als deze niet volkomen stijf is en c. de luchtwerfels, die vooral aan de uiteinden van de schroefbladen ontstaan. Het lawaai is het sterkst in schuinachterwaartsche richting.

De intensiteit van dit geluid ligt tusschen de 110 en 130 phon. (plm. evenveel decibels). Deze metingen werden tijdens een vlucht gemeten door FASSBENDER en KRÜGER<sup>1)</sup> volgens de BARKHAUSEN-methode. Het principe van deze methode berust hierop, dat men het met het eene oor opgenomen lawaai vergelijkt met een regelbaren toon (wat de intensiteit betreft), dien men met het andere oor opvangt. Klinken beide even hard, dan leest men de intensiteit van den toongenerator af. Dit is dus een subjectieve methode. DALZIEL DICKSON c.s.<sup>2)</sup> maten de intensiteit met een objectieven geluidsmeter, maar aan den grond. Hij kwam op een waarde van ongeveer 120 phon (B. S.). Het blijkt dus wel, dat het lawaai zeer intensief is en dat van een ketelmakerij evenaart of overtreft.

Het maakt een groot verschil of men het hoofd binnen of buiten boord houdt. FASSBENDER en KRÜGER maten op hun bovenvermelde wijze buiten boord 130 phon, binnen boord 113 phon en onder in den cockpit slechts 105 phon. Het behoeft dus niet te verwonderen, dat het verschil tusschen een open en dichte cabine groot is. Vooral de hogere componenten worden door een gesloten cockpit tegengehouden. Het verschil bedraagt gemiddeld 30 tot 35 phon. In een goed-geïsoleerde cabine (b.v. Douglas D.-C. 2) bedraagt de intensiteit slechts 70 phon, een niveau waarop conversatie mogelijk is.

De ligging van de voornaamste componenten in dit lawaai werd nagegaan door EISNER, REHM en SCHUCHMANN<sup>3)</sup> op een 3-motorige Rohrbach-Roland machine. De voornaamste frequenties lagen tusschen de 100 en 1000 H. DALZIEL DICKSON c.s. vonden de voornaamste frequenties, nagegaan bij dezelfde drie machines (een eenmotorige en 2 tweemotorige) als waarvan zij de intensiteit maten,

<sup>1)</sup> H. FASSBENDER und K. KRÜGER, Z. techn. Physik. 7 (1927) 277.

<sup>2)</sup> E. D. DALZIEL DICKSON, A. W. G. EWING and T. S. LITTLER, The effects of aeroplane noise on the auditory acuity of aviators: J. of Lar. a. Otology, LIV (1939) 531.

<sup>3)</sup> F. EISNER, H. REHM und H. SCHUCHMANN, D. V. L. Jahrb. 1932, 85.

tusschen de 30 en 200 H. liggen. In geen geval waren er componenten in de buurt van de 4000 en 5000 H.

Wat de invloed van dit lawaai op de gehoorsscherpte is, is nog maar zelden onderwerp van studie geweest. SCHUBERT<sup>1)</sup> komt in zijn in 1935 verschenen monographie niet tot een conclusie en eindigt: „Die Prüfung mittelst Audiometer dürfte wohl am raschesten und dabei mit genügender Sicherheit Aufschluss über den Verlauf der Hörschwellenkurve geben”.

MIRICK<sup>2)</sup> nam in 1929 bij een aantal vliegers, radiotelegrafisten en passagiers, de audiometrische curven op. Hij kwam tot het resultaat, dat het gehoor bij vliegers gemiddeld slechts 1.5 % verminderd was (hij deelde het gebied tusschen het minimum audibele en de pijngrens in honderd deelen), voor den 4096-toon bedroeg deze vermindering echter 8 %. Maar als men rekent, dat de gehoorsscherpte, aldus berekend, 40 % kan afnemen, voor men er last van ondervindt, dan is ook dit te verwaarlozen.

SCOTT<sup>3)</sup> schreef de verminderde gehoorsscherpte na lang vliegen (vaak gepaard gaande met oorsuizen) toe aan het motorlawaai, met uitsluiting van de mogelijkheid, dat de doofheid zou veroorzaakt zijn door een slechte uitwisseling van den luchtdruk door een afgesloten tuba. Deze doofheid is hoofdzakelijk een tijdelijke en duurt één tot verscheidene uren na de landing. Over een blijvende gehoorsbeschadiging laat hij zich niet uit. BALLA<sup>4)</sup> vond in de zuivere gevallen geen daling van de gehoorsscherpte, waar hij deze wel vond, schreef hij haar toe aan een nasopharyngeale stoornis.

BAUER<sup>5)</sup> echter kwam tot de conclusie, dat iedere vlieger, die zijn ooren niet goed beschermt, vroeg of laat met een tamelijk ernstige mate van doofheid te kampen zal krijgen. TROENA<sup>6)</sup> constateert dat er een merkwaardige overeenstemming bestaat tusschen het klinische beeld van de binnenoordofheid bij vliegeniers en het beeld van andere doofheden, veroorzaakt door lawaai.

<sup>1)</sup> G. SCHUBERT, *Physiologie des Menschen im Flugzeug*, blz. 153.

<sup>2)</sup> C. B. MIRICK, *Proc. Inst. Radio Eng.* 17 (1929) 2283.

<sup>3)</sup> V. T. SCOTT, *Airplane deafness and its prevention*; *Mil. surg.* LII (1923) 300.

<sup>4)</sup> A. BALLA, *Valsalva V* (1929) 397, cit. n. BUNCH l.c.

<sup>5)</sup> J. H. BAUER, *Aviation medicine*, 157.

<sup>6)</sup> F. TROENA, *Valsalva IX* (1933) 337, cit. n. BUNCH l.c.

BLAKE<sup>1)</sup> zocht de oorzaak van de doofheid behalve in het lawaai, in drukverandering, die weer veranderingen in de bloedvoorziening van middenoor en labrynth veroorzaken.

In 1938 publiceerde FIRESTONE<sup>2)</sup> het resultaat van een audiometrisch onderzoek van 109 piloten met minstens 800 vliegreuen, waarbij uitsluitend de beengeleiding werd bepaald. Bekijken wij zijn audiogrammen, dan zien wij dat uitsluitend het discantgedeelte is aangedaan. Hijzelf schreef de oorzaak van deze afwijking toe aan beschadiging van foramen ovale en stapes door het trillen en stelt op deze speculatieve diagnose voor, deze aandoening aerosclerose te noemen (in analogie met otosclerose).

De eenige studie, die rechtstreeks met ons onderzoek te vergelijken is, is die van DALZIEL DICKSON, c.s.<sup>3)</sup>. De audiogrammen zijn, blijkens de afgebeelde krommen met hetzelfde type audiometer opgenomen als de onze, wat de vergelijking zeer vergemakkelijkt. Hun conclusies zijn, dat bij vliegers een doofheid voor hooge tonen optreedt, eerst van tijdelijk karakter, later overgaand in een blijvende doofheid. De beengeleiding volgt de curve van de luchtgeleiding. Het eerst wordt de drempel voor den 4096 H.-toon verhoogd. Over deze doofheid wordt over het algemeen niet geklaagd, voordat last met de conversatie optreedt, daar andere verschijnselen, als pijn etc. ontbreken. Van groot belang is een goede oorbescherming.

Als oorbescherming raadde SCOTT<sup>4)</sup> aan, om in de oorkleppen van de helmen dames-poederdonsjes in te naaien. Deze raad heeft veel navolging gevonden, bij de Ned. Marine althans was deze bescherming vrij algemeen. Veel vliegers stoppen buitendien hun ooren ook nog toe met watten.

#### b. Eigen onderzoek.

Het onderzoek vond plaats op H.M.'s vliegekamp „de Mok”, gelegen op de Zuidpunt van Texel. Het had plaats in Februari en Maart 1940, dus aan het eind van de strenge vorstperiode. Door den ongunstigen weerstoestand hadden de meeste proefpersonen in

<sup>1)</sup> C. J. BLAKE, in: KOBER en HANSON, *Diseases of occupational and vocational Hygiene*, blz. 339, cit. n. BUNCH l.c.

<sup>2)</sup> FIRESTONE, Bone conduction in the experienced pilot and a probable interpretation. *Laryngoscope* 48 (1938) 168.

<sup>3)</sup> E. D. DALZIEL DICKSON, c.s. l.c.

<sup>4)</sup> V. T. SCOTT, l.c.

minstens zes weken niet gevlogen, zoodat alleen de blijvende gehoorsveranderingen werden geregistreerd. Enkele audiogrammen werden wat later opgenomen, toen het watervliegkamp weer in gebruik was, echter werd er steeds voor gezorgd, dat tusschen den laatsten keer vliegen en het onderzoek minstens 24 uur verlopen waren.

Het diffuse rumoer op dit afgelegen plekje in Texels duinen was waarschijnlijk minder dan in het marine-hospitaal. Ook was de gemiddelde intelligentie van deze menschen misschien groter dan van de vergelijkingsgroep. Hierdoor is misschien te verklaren, dat voor de lage tonen de gemiddelde curven iets hoger liggen dan bij het vergelijkingsmateriaal. Overigens is dit verschil minimaal.

De onderzochte personen bestuurden hoofdzakelijk eenmotorige watervliegtuigen, de ouderen ook tweemotorigen. Vóór zij echter op deze toestellen werden geplaatst, hadden zij eerst een leertijd doorgemaakt op landvliegtuigen.

De jongeren (groep A1) kwamen practisch nooit boven de 400 M., zoodat wat deze groep betreft, drukveranderingen niet van belang zijn.

Het was door de tijdsomstandigheden niet mogelijk zelf metingen te doen omtrent de lawaai-intensiteit en het geluidsspectrum van deze vliegtuigen, maar in het literatuuroverzicht hebben wij reeds voor ons doel voldoende nauwkeurige gegevens hierover medegedeeld.

Aan oorbescherming werd door de vliegers zelf veel aandacht besteed (zie voor). De meesten hadden ook in Indië gevlogen. Voorzover zij daar als mecaniciens dienst deden, werd daar ook wel zonder vliegkap gevlogen. In den status worden deze gegevens zooveel mogelijk vermeld.

Het personeel van den vliegdienst werd iets uitvoeriger onderzocht dan de anderen, in dien zin, dat wat de luchtgeleiding betreft, boven de 2048 H. met intervallen van een halve octaaf werd opgenomen, inplaats van om het heele octaaf.

De dertig vliegers werden verdeeld in twee groepen:

A. 27 beroeps-vliegers, onderverdeeld naar den leeftijd in:

1. 12 personen van 20 tot en met 25 jaar.
2. 9 personen van 26 tot en met 35 jaar.
3. 6 personen van 36 tot en met 39 jaar, en

B. 3 reservevliegers van resp. 35, 36 en 42 jaar, dus wat leeftijd betreft vergelijkbaar met groep A. 3.

De audiogrammen zijn in iedere groep gerangschikt naar het aantal vlieguren (d.w.z. het aantal uren, dat men zelf vloog of als mecanicien of telegrafist meevloog). Deze rangschikking is practisch

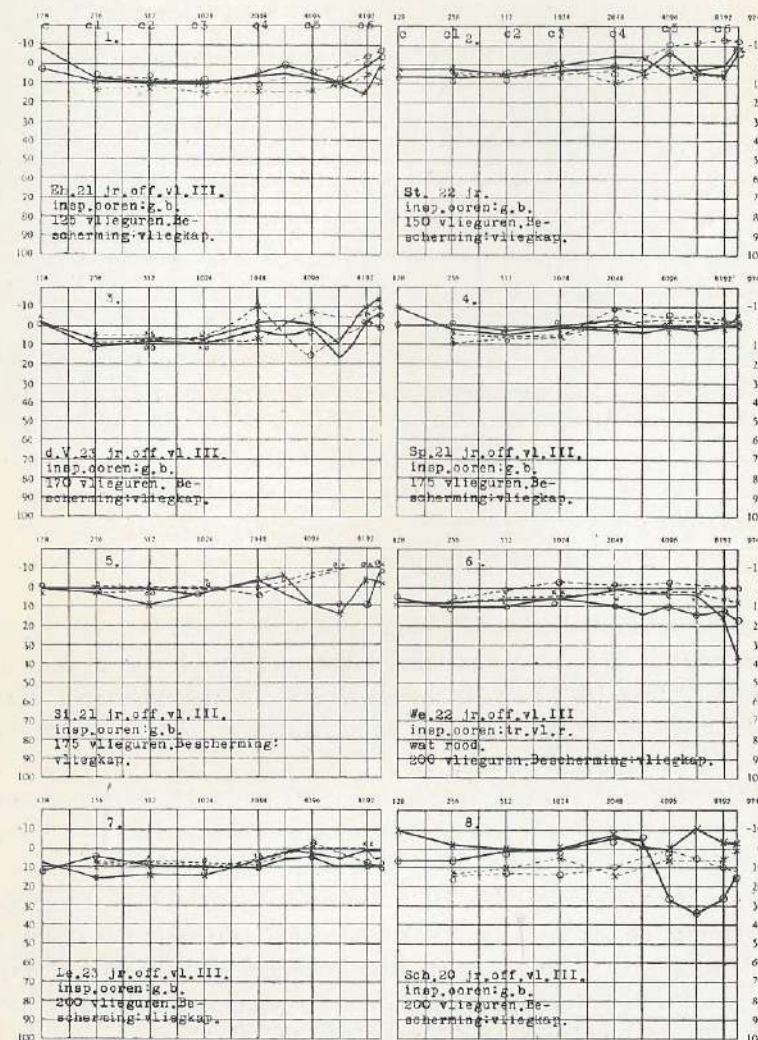


Fig. 18. (Zie verder volgende bladz.)

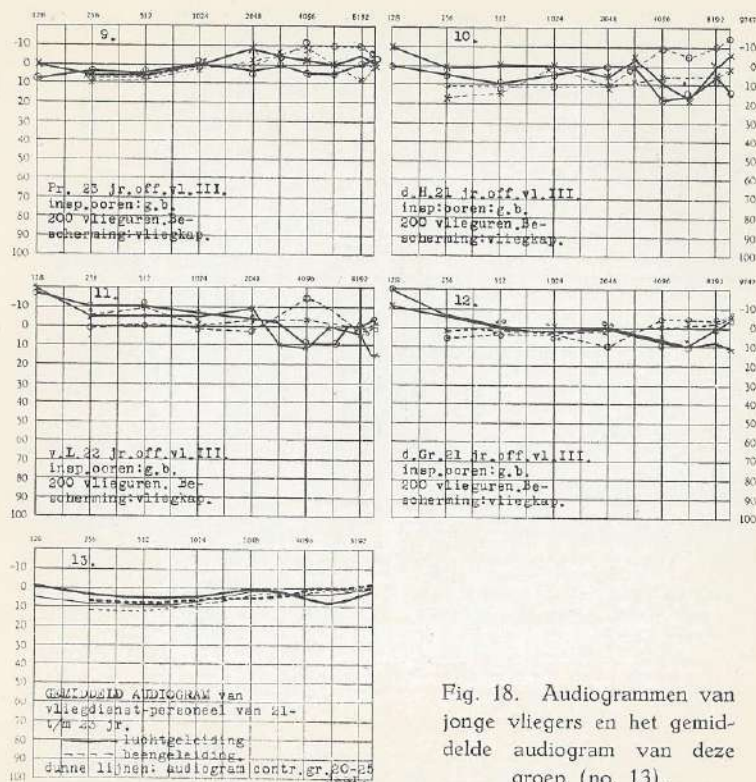


Fig. 18. Audiogrammen van  
jonge vliegers en het gemid-  
delde audiogram van deze  
groep (no. 13).

een doorlopende door alle groepen heen van groep A, daar het aantal vlieguren ongeveer parallel loopt met den leeftijd.

In de figuren 18, 19 en 20 zijn de audiogrammen afgebeeld. Het laatste audiogram van iedere figuur geeft weer het gemiddelde audiogram van die groep.

In de volgende twee figuren zijn nog eens de gemiddelden van iedere groep tezamen in een audiogram afgebeeld, in fig. 21-1 voor de luchtgeleiding en in fig. 21-2 voor de beengeleiding.

Bij de luchtgeleiding is duidelijk een verhooging van de drempelwaarde voor de hoge tonen met het aantal vlieguren (en eenigszins met den leeftijd) waar te nemen. Het opnemen met een half octaaf tusschenruimte, wat anders nooit wordt gedaan, bracht aan het licht, dat de maximum-afwijking eigenlijk iets hoger ligt dan 4096 H.

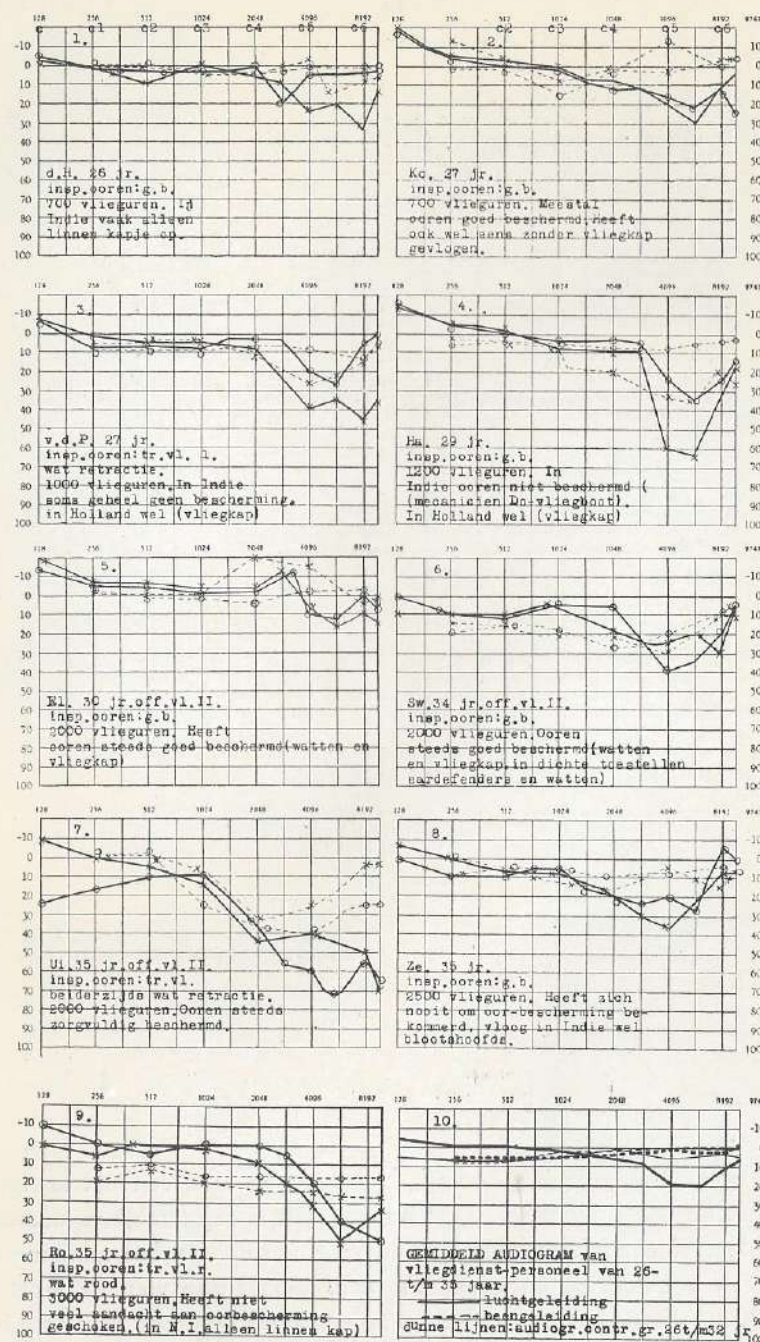


Fig. 19. Audiogrammen van vliegdiensst-personeel van 26 tot en met  
35 jaar, en het gemiddelde audiogram van deze groep (no. 10).

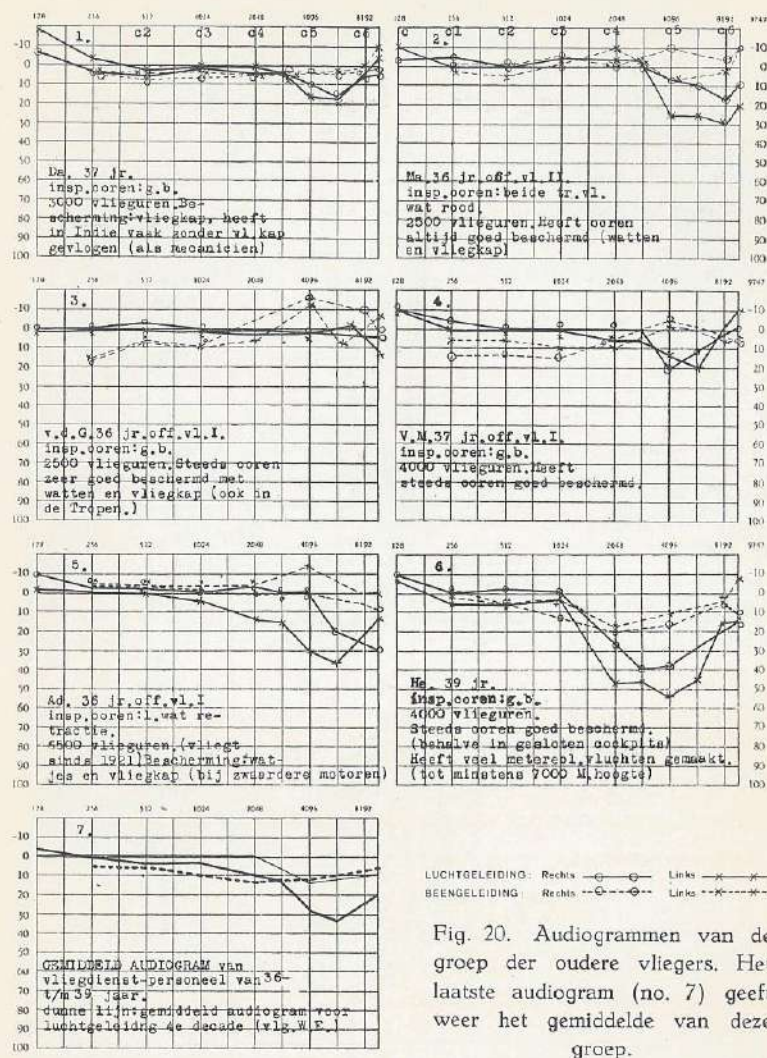


Fig. 20. Audiogrammen van de groep der oudere vliegers. Het laatste audiogram (no. 7) geeft weer het gemiddelde van deze groep.

Wat de beengeleiding betreft, hier is de invloed van het lawaai minder duidelijk, maar wel aantoonbaar. Dit is begrijpelijk, wanneer men het volgende bedenkt. Het energie-niveau van het minimum-audibele ligt voor de beengeleiding veel hoger dan voor de luchtgeleiding. Maar de decibel-schaal is een logaritmische, dus wordt

de decibel — in absolute maat — groter, naarmate men op een hoger niveau begint. Indien men dus vanaf 't normale o-punt van de beengeleiding 10 db. moet toevoeren om het minimum-audibele te bereiken, is dit veel meer (plm. 1000 keer zoveel) dan wanneer men aan de luchtgeleiding 10 db. toevoegt.

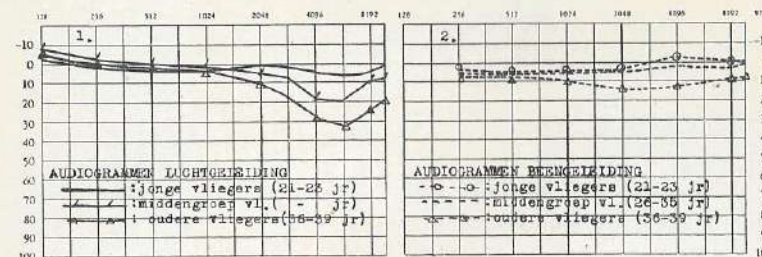


Fig. 21. Gemiddelde audiogrammen der drie groepen vliegers.

De beengeleiding maakt alleen gebruik van een anderen weg, maar eindigt in hetzelfde perceptie-orgaan. Is eenmaal de weerstand van den moeilijkeren weg overwonnen, dan behoeft men niet meer energie toe te voeren dan bij de luchtgeleiding vereischt zou worden, bij het minimum-audibele-niveau. Maar omdat men bij de beengeleiding reeds op een hoog energie-niveau staat, voert men vanzelf groote hoeveelheden (dus te veel) energie toe (dit is het nadeel van een logaritmische schaal).

Ziet men dit in, dan wordt het ook begrijpelijk, dat bij groote gehoorsverliezen lucht- en beengeleiding weer meer parallel aan elkaar loopen (zie fig. 22). Tegenover de groote energiehoeveelheden, die dan inderdaad in het perceptieorgaan nodig zijn, valt de relatief-geringe hoeveelheid energie om den moeilijken beengeleidingsweg te overwinnen, in het niet.

Tenslotte volgt hier het audiogram van een zeer ervaren onder-officier-vlieger, die weinig aandacht aan oorbescherming schenkt en ook reeds acht jaar als kanonnier heeft dienst gedaan. Bij hem is dus wel een sterke afwijking te verwachten (zie fig. 22).

Groep B., (de reservisten) bestaande uit een 35-, 36- en 42-jarige, is wat leeftijd betreft, vergelijkbaar met de oudste groep beroeps-

vliegers. Ze hebben echter de laatste twaalf jaar practisch niet

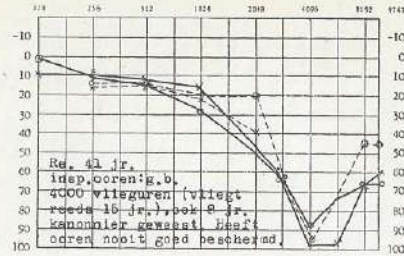
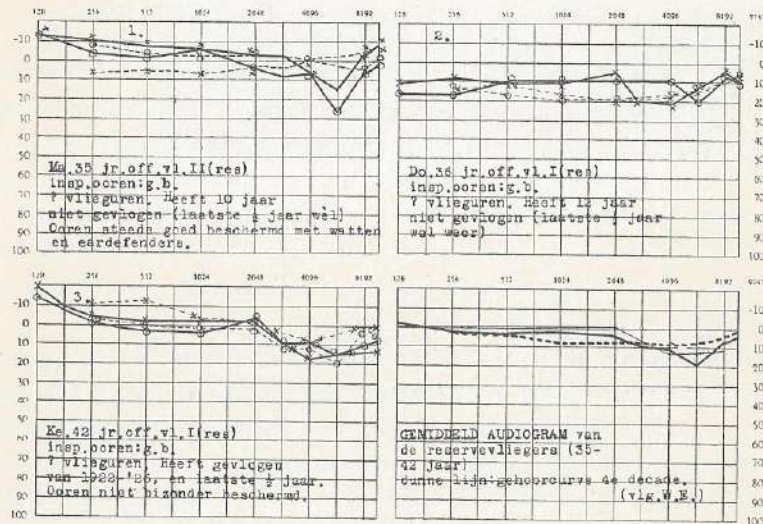


Fig. 22.

gevlogen, dus is ook hun totaal-aantal vlieguren veel geringer. Fig. 23 geeft hun audiogrammen.



LUCHTGELEIDING: Rechts —○— Links —×—  
BEENGELEIDING: Rechts —○— Links —×—

Fig. 23. Audiogrammen van de reserve-vliegers. No. 4 geeft weer het gemiddelde audiogram van deze groep.

Vergelijkt men deze gemiddelde curve met die van de in leeftijd overeenkomstige groep beroepspersoneel, dan valt de invloed van het aantal vlieguren op (fig. 24).

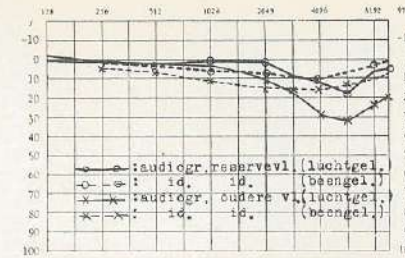


Fig. 24.

### Tijdelijke doofheid na het vliegen.

Een zestal personen werden onmiddellijk vóór en na een vlucht van gemiddeld één uur audiometrisch getest. Vijf ervan waren jonge vliegers met niet meer dan 250 vlieguren, de zesde was een vaandrig van de landmacht.

Vier van hen vlogen met vlieg helm op in een open toestel. Het gemiddeld audiogram van de acht ooren voor en na het vliegen is afgebeeld in fig. 25.

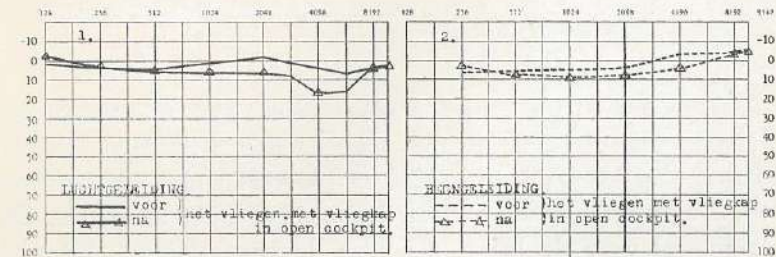


Fig. 25. Audiogrammen voor en na het vliegen met vliegkap op.

Twee van hen vlogen in een toestel met gedeeltelijk dichte cockpit (voor en opzij dicht, achter open) zonder vlieg helm. De gemiddelde audiogrammen zijn afgebeeld in fig. 26.

Deze audiogrammen wekken den indruk, dat een helm betere beschutting biedt tegen het lawaai dan een (althans gedeeltelijk) dichte cockpit.

Fig. 27 geeft nog eens de gemiddelde audiogrammen vóór en na het vliegen van alle twaalf ooren.

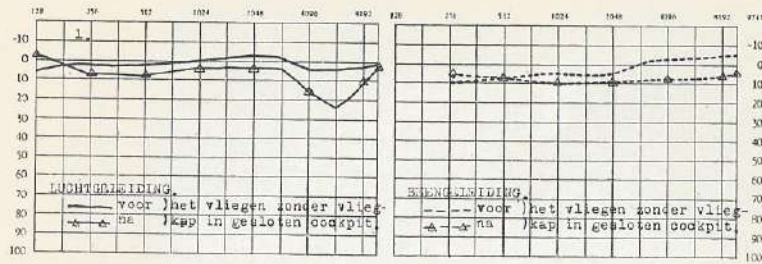


Fig. 26. Audiogrammen voor en na het vliegen in gesloten cockpit, zonder vliegkap op.

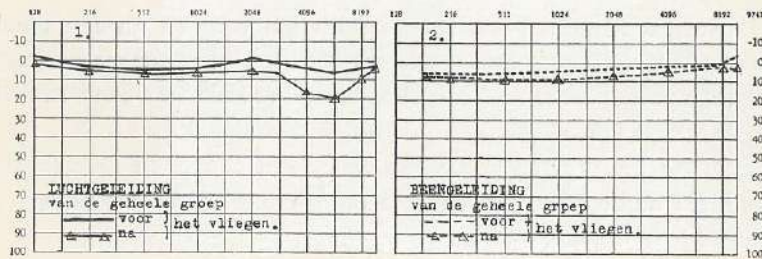


Fig. 27. Audiogrammen voor en na het vliegen van de geheele groep.

### Samenvatting:

Door het lawaai waaraan de piloot is blootgesteld, treedt een verhooging van den hoordrempel voor de hoge tonen op en wel het meest voor het gebied van den c5 (4096 H.) toon en daar iets boven. De hoogste tonen zijn merkwaardig weinig aangetast. Dit geldt zoowel voor de lucht- als voor de beengeleiding, bij deze laatste is echter de 2048 H.-toon relatief wat meer aangetast. De audiogrammen zijn volkomen identiek aan die van andere beroeps-doofheden.

De tijdelijke doofheid na het vliegen is identiek aan de blijvende, die uiteindelijk ontstaat. De vlieghelm schijnt als beschutting aan te bevelen te zijn.

### III. Personeel van den onderzeedienst.

Voor zoover ons bekend, is nog nooit iets gepubliceerd over een eventuele gehoorschade bij duikbootpersoneel. Dit zal wel

liggen aan het geringe aantal personen, dat in dit bedrijf werkzaam is, maar voor deze studie vormt deze groep een interessant onderwerp. Het lawaai in een onderzeeboot is bijzonder intensief, in een kleine ruimte bevinden zich een onwaarschijnlijk groot aantal apparaten en relatief zeer sterke diesel-motoren.

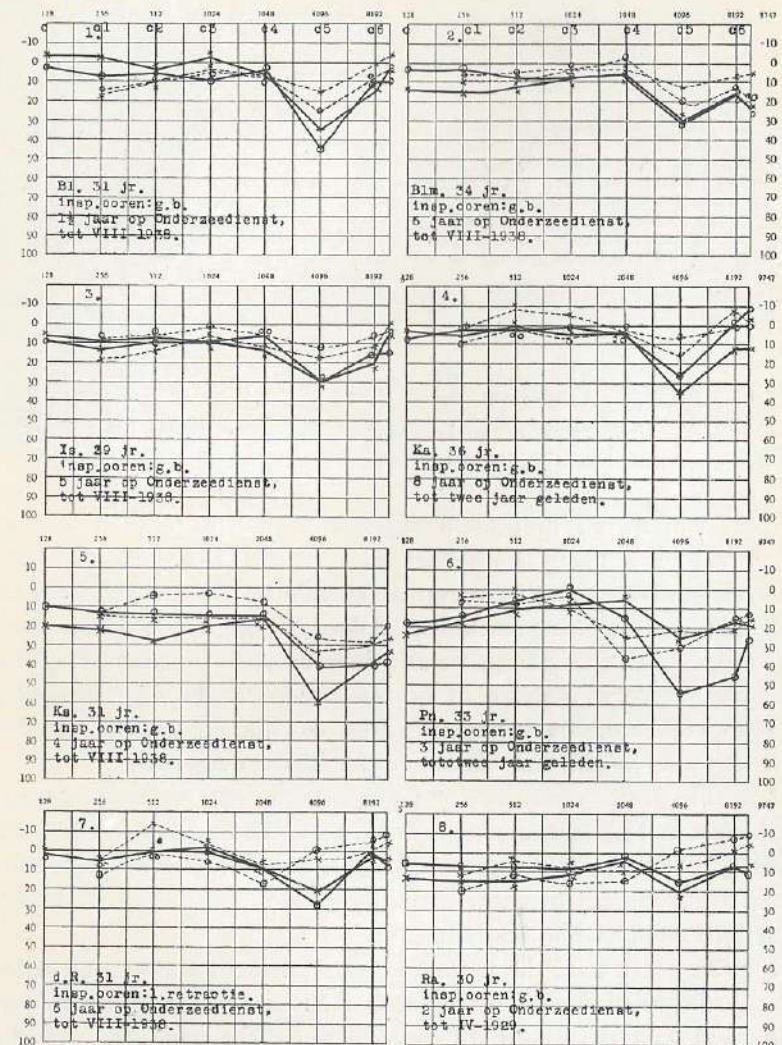


Fig. 28. (Zie verder volgende bladz.)

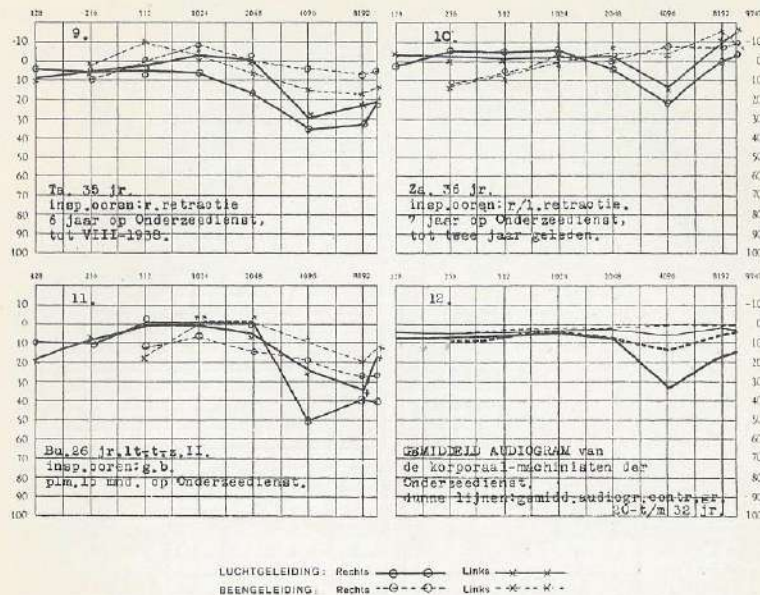


Fig. 28. Audiogrammen van korporaal-machinisten van den Onderzeedienst. No. 12 geeft weer de gemiddelde audiogrammen.

Tien van de elf in fig. 28 afgebeelde audiogrammen zijn van korporaal-machinisten. Ze hebben alle tien tot voor  $1\frac{1}{2}$  jaar bij den O.Z.D. gevaren en zijn toen op de machinistenschool geplaatst ter opleiding tot sergeant-machinist. Alleen de blijvende gehoorsveranderingen zijn dus geregistreerd, daar ze allen minstens  $1\frac{1}{2}$  jaar niet meer gevaren hebben of in een andere lawaairijke omgeving hebben verkeerdt. De leeftijden varieren van 26 tot 36 jaar, het zijn dus alle jonge, met elkaar vergelijkbare personen.

No. 11 geeft weer het audiogram van een luitenant-ter-zee 2e kl. sinds  $1\frac{1}{2}$  jaar geplaatst bij den onderzeedienst. Hij kwam op de polikliniek met de typische klacht, dat hij, ofschoon hij verder niets van doofheid gemerkt had, thuis tot ergernis van de burens, den fluitketel niet kon hooren.

Fig. 29 geeft weer de audiogrammen van acht majoors-torpedomaker, die allen verscheidene jaren bij den O.Z.D. geweest zijn. Tusschen hun dienst bij dit onderdeel en het opnemen van het audiogram is steeds meerdere maanden tusschenruimte. De leeftijd

varieert van 33 tot 45 jaar. Dat zij door het lawaai iets van hun gehoorsscherpte inboeten, is aan deze menschen bekend. Van veel belang is n.l. het hooren van lekken in de vele luchtleidingen. Het geldt nu als een soort van brevet van geschiktheid of men dit sissen hooren kan of niet. Zoowel in fig. 28 als in fig. 29 is weer in het laatste audiogram de gemiddelde curve van de groep afgebeeld.

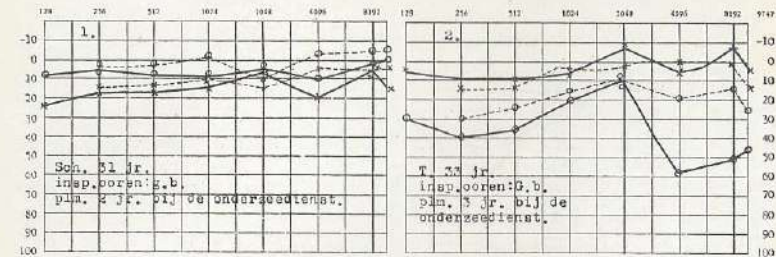


Fig. 29. (Zie verder volgende blad.)

Deze curven demonstreeren wel het zuiverst de typische curve bij beroepsdoofheid. Het machinekamer-personeel en vele torpedomakers beschermen hun ooren niet, omdat ze juist de goede functioneering der apparaten met het gehoor moeten controleeren. De curven zijn identiek met die bij kanonniers- en vliegersdoofheid.

#### IV. Ketelsmeden en personen uit daaraan gelijk te stellen beroepen.

Het zou ons te ver voeren, hier de uitgebreide literatuur over de doofheid van de ketelsmeden te bespreken. Voor de volgende publicaties maken wij een uitzondering.

HABERMANN publiceerde in 1890<sup>1)</sup> het resultaat van een onderzoek bij 31 en in 1906<sup>2)</sup> nog eens van 107 ketelsmeden. Zijn ervaring was, dat de beengeleiding steeds aanzienlijk verkort was, evenals de perceptieduur van de c4-stemvork (de hoogste, waarmee hij onderzocht). Dit was ook het geval bij de zes gevallen, die later ter sectie kwamen (zie het volgende hoofdstuk).

<sup>1)</sup> J. HABERMANN, Ueber die Schwerhörigkeit der Kesselschmiede. Arch. f. Ohrenheilk. 30 (1890) 1.

<sup>2)</sup> J. HABERMANN, Beitrag zur Lehre von der professionelle Schwerhörigkeit. Arch. f. Ohrenheilk. 69 (1906) 106.

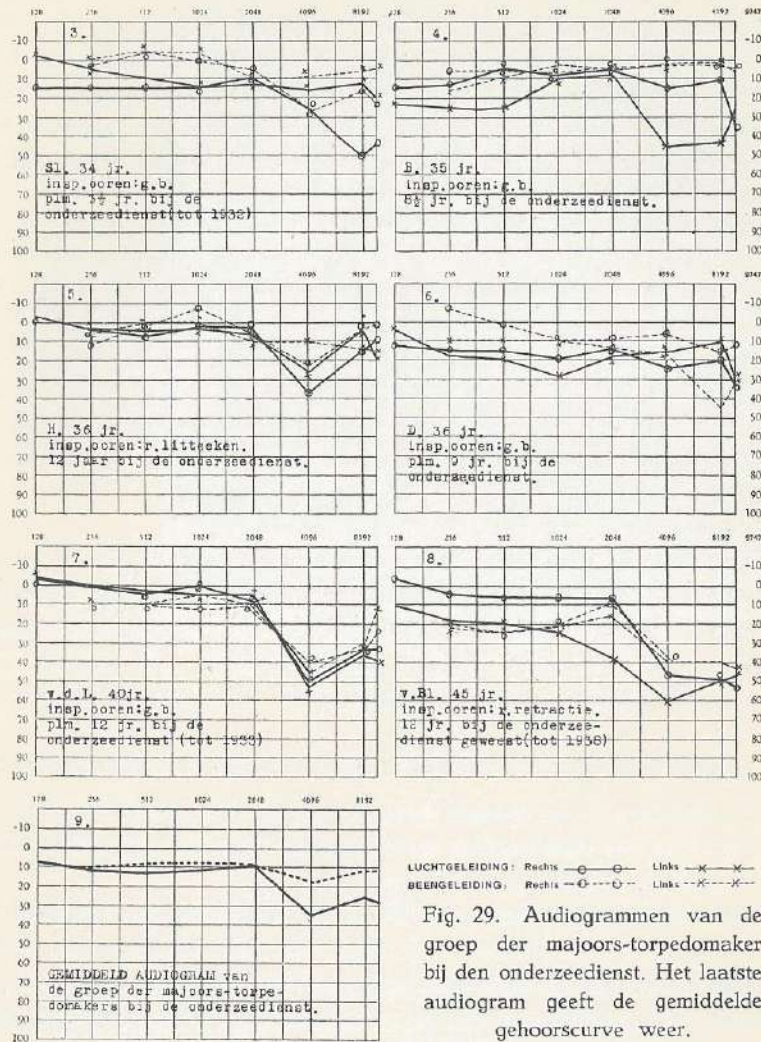


Fig. 29. Audiogrammen van de groep der majoors-torpedomakers bij den onderzeedienst. Het laatste audiogram geeft de gemiddelde gehoorscurve weer.

MINKIN<sup>1)</sup> onderzocht 126 kopersmeden twee keer, met een tusschenruimte van zeven maanden. Zodoende hoopte zij een

<sup>1)</sup> H. MINKIN, Zur Frage einer frühen Diagnostik durch Lärm verursachten Störungen des Gehörgangs. Z.bl. f. H. N. und Ohrenheilk. 28 (1937) 677.

inzicht te krijgen in het beloop van deze doofheid. Haar conclusies zijn:

1. aanvankelijk zijn de c4- en c5-toon verkort en is de fluisterspraak nog normaal; 2. de beschadiging hangt af van de intensiteit en het karakter van het geluid; 3. wanneer in den aanvang behalve de c4- en c5- ook lage tonen en de fluisterspraak zijn verminderd, ligt dit in een minderwaardigen aanleg van het gehoororgaan.

In zijn onlangs verschenen dissertatie maakt LARSEN<sup>1)</sup> de uitkomst bekend van een audiometrisch onderzoek van 250 arbeiders op scheepstimmerwerven en machinefabrieken. Hij gebruikte hetzelfde type audiometer als wij, en in vele opzichten loopt zijn onderzoek parallel met het onze. Van deze 250 personen vielen 127 af, omdat voor hun afwijking andere oorzaken mogelijk waren. De overblijvende 123 toonden hetzelfde beeld als onze beroepsdooven. Het meest kenmerkende is een inzinking in het audiogram bij den c5-toon. Daarnaast gaf hij een groote plaats aan stemvork- en fluisterspraakonderzoek. Over 't algemeen bleef de beengeleiding bij de luchtgeleiding ten achter. In ernstige gevallen was reeds de a verkort. In deze gevallen was ook de bovengrens van het gehoor verlaagd.

Tenslotte noemen wij ook hier het werk van BUNCH, omdat hij de audiogrammen van acht ketelsmeden publiceert<sup>2)</sup>. Zijn curven komen geheel overeen met de onze. Het bezwaar van de curven van BUNCH is, dat ze afkomstig zijn van meestal wat oudere mensen. Het voordeel van ons onderzoek is juist, dat het gedaan is bij jonge mensen. Invloeden van den leeftijd zijn dus uit te sluiten.

Op de polikliniek ontmoetten wij drie gevallen van binnenoor-dooft bij miliciens, die in het burgerleven het beroep van ketelsmid, of een daarmee verwant vak beoefenden. Voor hun doofheid was geen andere oorzaak te vinden dan het extreme lawaai waarin zij hadden gewerkt (zie de statussen). De audiogrammen vindt men in fig. 30.

1. V., is vijf jaar ketelsmid bij de Mij „De Schelde” (van 1926 tot 1930), leeftijd 27 jaar. Tr.vl. R. L. iets rood, fluisterspr.

<sup>1)</sup> B. LARSEN, Investigations of professional deafness in shipyard and machine factory labourers. Acta Otolaryng. supp. 36 (1939).

<sup>2)</sup> C. C. BUNCH l.c.

R.L.  $\frac{1}{2}$  M., conv.spr. R.L. 6 M. RINNE R.L. pos. SCHWABACH niet verkort. WEBER niet gelateraliseerd.

2. S. 35 jaar; beroep: plaatwerker (vanaf 13e jaar). Tr.vl. R. L. iets retractive, verhoogde glans. Fluisterspr. R.L. 1 M., RINNE voor A96-stemvork neg., voor C256-stemvork pos., SCHWABACH voor A96-stemvork verlengd, voor C256-stemvork normaal. Neus. rhin. post. L. septumdeviatie en korsten. R. wat dunne conchae. Na politzeren geen verbetering, na tubasondage geen verbetering. Oorsuizen van toonhoogte plm. 3000 H.
3. H. 32 jaar. Is scheepstimmerman op kleine werf. Werkt binnen in kleine schepen, terwijl de huid geklonken wordt. Werkt naar eigen zeggen in maximaal lawaai. Tr.vl. R. L. rood. R. meer dan L. Fluisterspraak R.L. 1 M., conv.spr. R.L. 4 M. RINNE R.L. pos. SCHWABACH (A96-stemvork en C256-stemvork) R.L. verkort. Na politzeren geen verbetering. Oorsuizen van toonhoogte 4000 H.

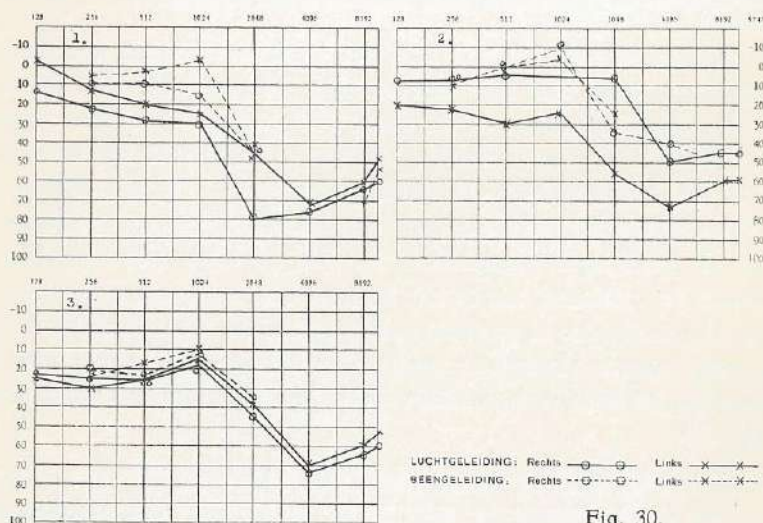


Fig. 30.

#### V. Acute geluidstraumata.

In fig. 31 zijn de audiogrammen afgebeeld van twee miliciens,

die acuut doof geworden zijn na één keer schieten. Hier volgen de statussen.

1. L. 29 jaar, stuurman groote vaart. Vroeger geen oorklachten. Bij het schieten op mijnen ging er een schot af vlak bij zijn rechter oor (plm. 7 dagen geleden). Sindsdien doof.
2. Zw. 21 jaar, vischhandelaar. Enkele dagen geleden doof geworden na een keer met mitrailleur geschoten te hebben. Vroeger geen oorklachten. Tr.vl. R. L. geen afwijkingen. Fluister. R. 4 M., L. 2 M. WEBER niet gelateraliseerd. RINNE R.L. positief (A96-stemvork). SCHWABACH R.L. iets verkort (A96-stemvork) (Uitkomsten RINNE en SCHWABACH voor C256-stemvork idem). Na politzeren geen verbetering. Tubae zijn goed doorgankelijk.

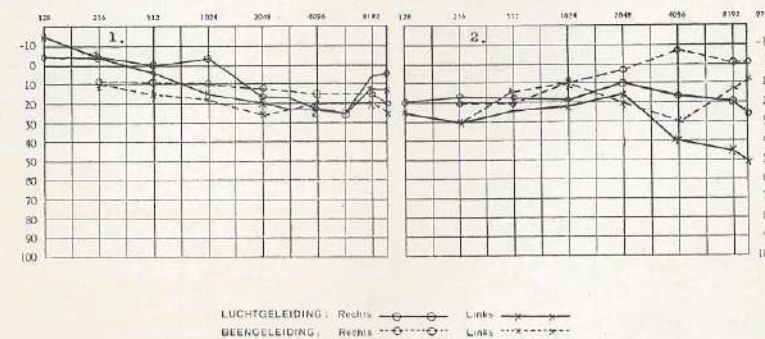


Fig. 31.

Deze curven komen overeen met het geval, dat BUNCH ruim een jaar geleden publiceerde<sup>1)</sup>. Ook daar was de grootste afwijking bij den 4096 H.-toon, maar ook de lagere tonen waren iets aangedaan, zoodat de daling naar den 4096 H.-put meer geleidelijk verliep. De 8192 H.-toon was echter weer normaal. Dit is ook in ons eerste geval zoo. Typisch is tevens, dat bij No. 2 de afwijking links grooter is dan rechts, de mitrailleurmondig bevond zich n.l. dicht bij het linkeroor. BUNCH maakte van zijn geval na drie dagen weer een

<sup>1)</sup> C. C. BUNCH, Traumatic deafness from the explosion of a firecracker. *Annals of Otol. Rhin. and Laryng.* 45 (1939) 1092.

audiogram. Dit vertoonde nu een abrupte inzinking voor den 4096 H.-toon, was dus een typisch beroepsdoofheids-audiogram geworden. Wij konden onze gevallen niet verder vervolgen, maar wel is opmerkelijk, dat No. 1 rechts een abruptere daling vertoont dan No. 2 links. No. 1 werd later na het trauma getest dan No. 2.

Bij ongelukken is te verwachten, dat behalve de knal, ook de explosiegolf zelf, dus de groote plotselinge drukverandering, schadelijk werkt. Men krijgt dan een labyrinth-beschadiging.

POPOFF<sup>1)</sup> vond in het labyrinth van muizen, die aan explosies van groote trotyl-ladingen hadden blootgestaan, bloedingen door het geheele labyrinth. Uit den wereldoorlog zijn eveneens deze gevallen bekend. De patiënten hadden later dikwijls last van duizeligheid, als zij tenminste het ongeval overleefden. Dit zijn ook hoofdzakelijk de gevallen waarbij trommelvliesscheuren voorkomen.

Wij konden de audiogrammen verzamelen van twee personen, die bij explosierampen betrokken waren.

Ofschoon deze gevallen niet geheel in het kader van dit proefschrift vallen, willen wij ze hier ter vergelijking toch afdrukken.

#### 1. Fig. 32—1.

Deze matroos diende a.b. H.M.'s „J. M. v. Nassau“, toen dit schip op 14 Mei een voltreffer in de munitiebergplaats kreeg. Hij werd over een grooten afstand weggeslingerd en na een uur opgepikt. Oogenschoonlijk had hij geen laesies; bemerkte slechts, dat hij links doovig was geworden.

Een audiografisch onderzoek, een week later, bracht aan het licht, dat hij links, op enkele gehoorsresten voor lage tonen na, geheel doof was. Rechts is de drempelwaarde voor de lage tonen wat verhoogd. Het trommelvlies vertoonde geen afwijkingen.

#### 2. Fig. 32—2.

Deze 3e machinist voer op de „Simon Bolivar“ toen dit schip op 18 Nov. 1939 door twee mijn-ontploffingen ten gronde ging. Typisch beeld van binnenoordofheid (zou reeds tevoren in lichte mate hebben bestaan). Subjectief geen klachten over

het vestibulaire orgaan. Objectief geringe afwijkingen. Trommelvliezen volkomen normaal.

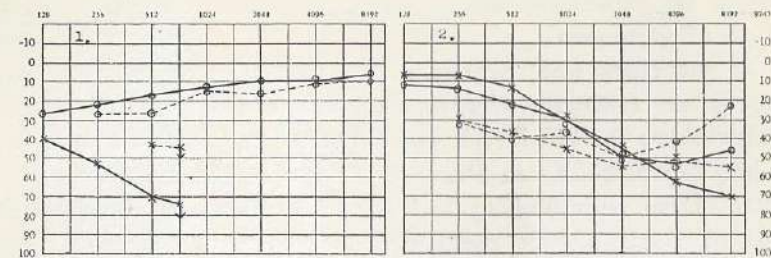


Fig. 32.

### VI. Opzettelijke verdooving.

Bij 19 personen met voor een of beide ooren een normaal audiogram werd het linker oor en indien dit niet geheel normaal was, het rechter oor gedurende drie minuten verdoofd met een lawaai-trommel van BARÁNY en dan nogmaals getest. Alleen de luchtgeleiding werd opgenomen (dit is met alle audiogrammen in deze paragraaf het geval).

Verschillende personen schatten de hoofdfrequenties van het lawaai tusschen de 100 en 200 H.

In fig. 33 zijn de gemiddelde audiogrammen vóór (getrokken lijn) en na de verdooving (gestreepte lijn) afgebeeld. Ook hier zien wij weer een inzinking alleen voor den 4096 H.-toon; voor de rest loopen beide curven gelijk.

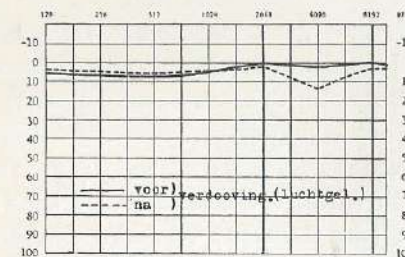


Fig. 33. Gemiddeld audiogram voor en na verdooving met de lawaai-trommel van BARÁNY.

Behalve met de lawaaitrommel van BARÁNY verdoofden wij een aantal proefpersonen ook met „zuivere“ tonen van bekende

<sup>1)</sup> N. F. POPOFF, Monatschr. f. Ohrenheilk. 57 (1923) 322, 704.

frequentie. De vraag was nu: zou het audiogram in deze gevallen na de verdooving, al of niet gecombineerd met een drempelverhoging in het gebied van den verdoovenden toon, ook een inzinking bij de c5 vertoonen?

Dit onderzoek werd begonnen in Den Helder, maar moest daar wegens de evacuatie afgebroken worden. Door de vriendelijke medewerking van Dr. BIJTEL was het echter mogelijk, dit onderzoek in het laboratorium van Prof. DE KLEYN te Amsterdam voort te zetten. Deze onderbreking had nog een belangrijk voordeel: het was nu mogelijk twee reeksen van experimenten met elkaar te vergelijken, wat een controle op het gehele experiment beteekent.

Naar de uitkomsten is het onderzoek te verdeelen in vier afdeelingen.

1. Verdooving door middel van den audiometer-telefoon voor lage tonen (Den Helder).

Drie proefpersonen met normale audiogrammen werden aan één oor verdoofd door den 128 H.-toon op 95 db. sterkte, den 256 H.-toon op 95 db. sterkte en den 512 H.-toon op 100 db. sterkte, alle gedurende één minuut aan het oor te zetten.

Fig. 34-1 geeft de gemiddelde audiogrammen vóór en na verdooving weer.

2. Verdooving door middel van den toongenerator van het Amsterdamsche laboratorium, ook weer voor lage- en middelhooge tonen.

Het geluid van dezen toongenerator (die ook weer volgens het heterodyne systeem is gebouwd, fabriek van Waldorp), werd via een versterker op een 20-Watt-luidspreker overgebracht. De intensiteit van het geluid werd wel op de physiologisch meest juiste wijze gemeten. Op de plaats van den proefpersoon werd n.l. de geluidsdruk gemeten met het apparaat van Siemens-Halske<sup>1)</sup>.

Op deze wijze werden drie proefpersonen (dus 6 ooren) verdoofd met den 512 H.-toon (druk: 3 à 4 keer  $10.000 \text{ keer } 10^{-2} \text{ microbar}$ ) en 2 proefpersonen (dus 4 ooren) verdoofd met den 1024 H.-toon (druk plm.  $10.000 \text{ keer } 10^{-2} \text{ microbar}$ ), alle gedurende drie minuten. De audiogrammen van deze twee groepjes verschillen niet van

<sup>1)</sup> Beschreven in het Ned. Tijdschr. v. Geneesk. 78 (1935) III, 28, 3475 (door dr. J. BIJTEL).

elkaar, daarom zijn de audiogrammen van deze tien ooren tezamen genomen en is daarvan het gemiddelde bepaalde. Fig. 34-2 geeft deze gemiddelden van vóór en na de verdooving.

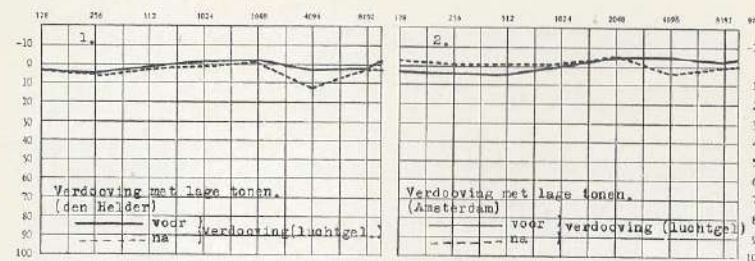


Fig. 34. Audiogrammen voor en na verdooving met zuivere tonen beneden de 4000 H.

Zooals men ziet zijn zij volkomen identiek aan de uitkomsten van groep 1, die verdoofd werd met nog iets lagere tonen.

Er is geen verhoging van de drempelwaarde in het gebied van den verdoovenden toon, wel een typische afstomping in het gebied rond de 4000 H.-frequentie!

Het zou mogelijk zijn, dat in het gebied van den verdoovenden toon, indien men het gehoor zeer snel na de verdooving onderzoekt, b.v. binnen de dertig seconden, een vermoeidheid voor dien toon vond, maar dit ligt eigenlijk buiten ons onderwerp.

Hoe gedraagt het gehoor zich nu, als de 4000 H.-toon zelf voor de verdooving wordt gebruikt? Hierover lopen de twee nog resteerende groepen van experimenten.

3. Van drie personen werd één oor verdoofd met den 4096 H.-toon van den audiometer (Den Helder). De intensiteit van den toon bedroeg 110 db.; duur van de verdooving 3 min. Fig. 35-1 geeft weer de gemiddelde uitkomsten voor en na de verdooving. Dit resultaat is verrassend! Het verdoofde gebied blijkt een octaaf hoger te liggen dan de verdoovende toon!

4. Ook dit experiment kon te Amsterdam herhaald worden, zij het dan ook op minimale schaal; slechts één persoon werd volledig audiometrisch onderzocht. De verdooving geschiedde weer met den toongenerator, de geluidsdruk was nu:  $6500 \text{ keer } 10^{-2} \text{ microbar}$ . In Fig. 35-2 zijn de gemiddelden van deze twee ooren voor en na

de verdooving afgebeeld. Ze bevestigen het in Den Helder verkregen resultaat.

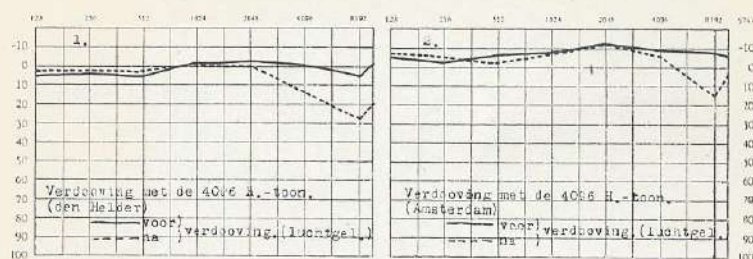


Fig. 35. Audiogrammen voor en na verdooving met den 4096 H.-toon.

Noch van den audiometer, noch van den toongenerator is bekend, welke intensiteit de boventonen van den c5-toon hebben. De vraag is n.l. deze: is het werkelijk de c5-toon, die de afstomping in het c6-gebied veroorzaakt, of zijn het de boventonen in de buurt van de c6, die hier verantwoordelijk voor zijn? HUYSMAN<sup>1)</sup> kwam in 1884 reeds tot de conclusie, dat alleen de hoge tonen en van deze weer het meest de allerhoogste vatbaar zijn voor afstomping. Het zou dus niet ondenkbaar zijn, dat de eerste boventoon van de c5, afschoon veel zwakker dan deze, toch veel meer verdoovend werkt.

De in Amsterdam onderzochte personen werden ook allen met stemvorken gecontroleerd. De uitkomst van dit onderzoek bood weinig houvast; slechts is waar te nemen, dat hoge stemvorken en de klankstaaf e6, vaker verkort zijn dan de lage.

In de meeste gevallen was geen verkorting waar te nemen. Slechts in een enkel geval daalde de c5 en c6 bij denzelfden persoon zoodanig, dat vermindering van de gehoorsscherpte onmiskenbaar was.

Het resultaat kan men zoo samenvatten: Lage en midden-frequenties (o.a. ook het gebied van het gewone lawaai) veroorzaken een gehoorsbeschadiging in de buurt van de 4000 H. Is het storend geluid zelf in de buurt van de 4000 H. gelegen, dan ver-

<sup>1)</sup> A. HUYSMAN, De afstomping der gehoorzenuw door geluidsindrukken. Diss. Utrecht 1884.

plaatst zich de gestoorde zone naar boven en komt ongeveer een octaaf hooger te liggen bij de 8000 H. Het heeft er allen schijn van, dat vanaf een hoogte van pl.m. 4000 H. een gebied begint, dat kwetsbaar is voor geluidslaesies.

### Samenvatting.

De binnenoordoorfheid, die ontstaat door intensieve geluidsinwerking, vertoont voor alle beroepen hetzelfde beeld. Het meest kenmerkende van dit beeld is, dat het maximale gehoorsverlies wordt gevonden bij pl.m. 4000—5000 H. Is de aandoening nog pas in zijn beginstadium of niet van ernstigen aard, dan is de c5-toon dikwijls alleen aangedaan<sup>1)</sup>. Gaat de aandoening verder dan worden de frequenties naar boven en naar beneden ook eenigszins in het proces betrokken. De aandoening is uitteraard meestal dubbelzijdig. Liggen de componenten van het lawaai beneden de 4000 H. (wat practisch steeds het geval is) dan vindt men de gehoorsbeschadiging bij de c5. Bij beschadiging door zeer hoge tonen zou men de aandoening waarschijnlijk hooger vinden. Trommelvlies- en middenoorafwijkingen spelen geen rol. Men moet natuurlijk wel bedenken, dat bij arbeiders, die in stof en tocht werken, het trommelvlies wel eens rood ziet<sup>2)</sup>.

De aard van het storend lawaai, of dit nu uit een enkele of uit herhaalde knallen of uit continu lawaai bestaat, schijnt er weinig toe te doen. De gevonden resultaten zijn in overeenstemming met die van BUNCH: „If the loss of auditory acuity has resulted from the effects of excessive stimulation of industrial noises, it is first evidenced by an abrupt dip in the hearing range, as determined by the audiometer, usually near c5. Acoustic trauma should be suspected when these gaps appear”<sup>3)</sup>. En FOWLER schreef in 1929: „It would appear that mid-high tones (d.w.z. pl.m. 4000 H.) were particularly sensitive to various insults, especially acoustic trauma and toxic

<sup>1)</sup> A. PEYSER, Gewerbekrankheiten des Ohres. Akustische Trauma, in: DENKER und KAHLER, Handb. Hals-, Nasen- und Ohrenheilk., Band VIII, 271.

<sup>2)</sup> A. PEYSER, Begutachtung Lärmschwerhörigkeit, 1931.

<sup>3)</sup> C. C. BUNCH, Nerve deafness of known etiology and pathology. Laryngoscope 37 (1937) 615.

neuritis, because they regularly fail to escape in this conditions" <sup>1)</sup>).

Ook PEYSER <sup>2)</sup> neemt als criterium voor de metaalbewerkerdoofheid aan, dat de gehoorsdrempel van den c5-toon verhoogd moet zijn. Eveneens doet LARSEN dit in zijn pas verschenen publicatie <sup>3)</sup>.

Individuele verschillen zijn in de gepubliceerde audiogrammen niet te miskennen. Ongetwijfeld is de een veel gevoeliger voor geluidsbeschadiging dan de andere. Bij het literatuuroverzicht over kanonniersdoofheid werd er reeds op gewezen. In ernstige gevallen kan men spreken van „angeborene Defekte bei deren Bestehen die normale Beschäftigung schon eine Schädigung bedeutet" <sup>4)</sup> (zie kanonnier no. 10, fig. 15). In hoofdstuk V komen wij hierop terug.

<sup>1)</sup> E. P. FOWLER, Limited lesions of the basilar membrane. Transact. Amer. Otol. Soc. XIX (1929) 182.

<sup>2)</sup> A. PEYSER, Die Begutachtung der Entschädigungspflichtigen Lärmschwerhörigkeit. 1931.

<sup>3)</sup> B. LARSEN, Investigations of professional deafness in shipyard and machine-factory laborers. Acta Otolaryng. Suppl. XXXVI (1939).

<sup>4)</sup> ROSENBACH, cit. n. PEYSER l.c.

## HOOFDSTUK IV.

### Experimenteele physiologie en pathologische anatomie.

#### a. Experimenteele physiologie.

Even voor den vorigen wereldoorlog beleefde de acustische experimenteele physiologie in Duitschland en Zwitserland een hoogtepunt. In 1907 publiceerde WITTMACK als eerste op dit gebied de resultaten van een uitgebreid onderzoek naar de uitwerking van lawaai op het gehoororgaan van caviae. Het is de verdienste van genoemd werk geweest, dat het veel misverstand op dit gebied heeft opgeruimd en in vele opzichten den juisten weg heeft gewezen voor de talrijke experimenten na hem ondernomen. Spoedig deden zich tusschen WITTMACK eenerzijds en de Baseler school (YOSHII, HOESSLI en VON EICKEN, onder leiding van SIEBENMANN) anderzijds, enkele controversen voor, die vooral door WITTMACK scherp naar voren werden gebracht. Vooral over de beteekenis van de beengeleiding als schadelijken factor liepen de meeningen uiteen. De invloed hiervan werd door WITTMACK zeer hoog aangeslagen, terwijl de Baseler school — ongetwijfeld mede onder invloed van de meening van BEZOLD, dat zuivere beengeleiding eigenlijk niet bestaat, maar dat men steeds van een osteotympanalen weg moet spreken — de beschadiging langs dezen weg ontkende, of althans veel minder beteekenis toekende. Wie de nauwkeurige proefreeksen van YOSHII c.s. nagaat is zeker geneigd in dit punt de Baseler school te volgen, maar dit doet niets af aan het baanbrekende werk van WITTMACK in zijn geheel.

Een tweede verschilpunt is hierin gelegen, dat WITTMACK in die gevallen waarin de beengeleiding een voornamelijk rol speelt, de primaire laesie in de zenuwvezels wil zoeken, terwijl de andere auteurs deze in alle gevallen in het CORTI'sche orgaan en wel speciaal in de buitenste haarcellen (en hiervan de binnenste twee) localiseeren. Vooral op dit punt sluiten de resultaten van de Baseler school zeker meer aan aan de vondsten bij het menschelijk gehoororgaan.

Omdat de experimenten uit deze periode eigenlijk nooit verbeterd

zijn en WITTMACK in principe steeds zijn ingenomen standpunt heeft gehandhaafd, volgt hier een overzicht van de publicaties uit dit tijdperk.

WITTMACK<sup>1)</sup> als eerste, nam drie reeksen proeven:

a. Caviae werden eenmaal aan een sterk geluid (kamerpistool of fluit) blootgesteld. Hij vond hierbij: 1. Een groote verwoesting van het orgaan van CORTI. Op de membrana basilaris bleef slechts een streepje epitheel over. 2. Een verandering van de zenuw en het ganglion van den N. cochlearis, waarbij de stam van den cochlearis onveranderd bleef. 3. De N. vestibularis bleef geheel onveranderd, evenals het steunapparaat van het orgaan van CORTI.

b. Caviae werden herhaaldelijk blootgesteld aan een korte, hevige geluidsinwerking. Het resultaat was hetzelfde als in reeks a: het proces begon weer met het verdwijnen van de zintuigcellen. De onderste windingen, vooral de overgang van de eerste naar de tweede winding, waren meer aangedaan dan de bovenste. Het eerst verdwenen de haarcellen en wel begon dit met de buitenste, dan zonken de cellen van DEITERS in en daarna de tunnelcellen. Het steunapparaat bleef onveranderd.

c. De caviae werden blootgesteld aan geluid zoowel via de luchtgeleiding, als via de beengeleiding (bij de vorigen alleen aan luchtgeleiding). De proefdieren werden geplaatst in blikken trommels, die in verbinding stonden met electrisch gedreven stemvorken. In deze reeks werden in tegenstelling met de vorige ook voor lage tonen veranderingen aangetroffen en wel in de bovenste windingen: de zintuigcellen waren volkomen ten gronde gegaan, hiervóór waren al de zenuwuitloopers en het ganglion van de N. cochlearis verwoest. De uitkomst is dus een andere dan die in de reeksen a en b. Bij reeks c was eerst het zenuwapparaat van den N. cochlearis aangedaan. Het middenoor was steeds intact gebleven, het geluid had dus uitsluitend het binnenoor gelaedeerd.

De Baseler school kwam tot deze resultaten.

YOSHII<sup>2)</sup> nam de volgende proefreeksen:

<sup>1)</sup> K. WITTMACK, Ueber Schädigung des Gehörs durch Schalleinwirkung. Zeitschr. f. Ohrenheilk. 54 (1907) 37.

<sup>2)</sup> U. YOSHII, Experimentelle Untersuchungen des Gehörorgans durch Schalleinwirkung. Zeitschr. f. Ohrenheilk. 58 (1909) 201.

a. Caviae werden blootgesteld aan de fluittonen c5, h2 en g, en aan het geluid van een sirene met een toonhoogte c3 tot f4. In al deze gevallen was het orgaan van CORTI beschadigd, bij de c5 erger dan bij de andere tonen, waarbij hoofdzakelijk alleen de buitenste haarcellen waren aangedaan. De caviae die aan de sirene waren blootgesteld geweest, vertoonden de grootste en meest uitgestrekte verwoestingen van het CORTI'sche orgaan.

b. De dieren werden geëxponeerd zoowel via de lucht- als via de beengeleiding aan diepe, onzuivere tonen. Het CORTI'sche orgaan vertoonde lichte veranderingen.

c. Vlak bij de proefdieren werd een of meerdere keeren een kamerpistool afgevuurd. Hierbij werden zware pathologische veranderingen in de geheele cochlea gevonden, echter niet indien het trommelvlies verscheurd was.

YOSHII komt tot de conclusie, dat bij de expositie aan fluittonen steeds het orgaan van CORTI is aangetast. Dit orgaan wordt het eerst gelaedeerd, de eventuele veranderingen aan zenuwvezels en gangliencellen vat hij op als een „Entfernungreaktion". De beengeleiding heeft geen invloed omdat blijkt, dat een gestoord middenoor het binnenoor beveiligd en er volgens hem geen verschil bestaat tusschen wel en niet aan beengeleiding blootgestelde dieren.

VON EICKEN<sup>1)</sup> verwijderde eenzijdig het aambeeld en stelde zijn caviae bloot aan de orgeltonen G en C. Aan de geopereerde zijde nam hij geen afwijkingen waar, aan den niet-geopereerden kant was het orgaan van CORTI tusschen de twee onderste windingen veranderd. Hooge tonen zouden gemakkelijker beschadiging geven dan lage.

HOESSLI<sup>2)</sup> nam drie reeksen proeven: 1. uitsluitend luchtgeleiding; 2. been- en luchtgeleiding; 3. proeven met schietwerktuigen.

Bij de dieren van de eerste reeks (die 30 dagen geëxponeerd werden aan orgeltonen van verschillende hoogte en sommige ook

<sup>1)</sup> C. v. EICKEN, Experimentelle akustische Schädigungen des Labyrinths bei normaler und defekter Gehörknochenkette. Verh. Dtsch. Otol. Gesellsch. 1909, 18e. Vers.

<sup>2)</sup> H. HOESSLI, Experimentell erzeugte professionelle Schwerhörigkeit. Verh. Dtsch. Otol. Gesellsch. 1913, 22e. Vers.

H. HOESSLI, Weitere experimentelle Studien über die akustischen Schädigungen des Säugetierlabyrinths. Zeitschr. f. Ohrenheilk. 69 (1912) 101.

aan den toon g<sup>4</sup> van een rangeerfluit) vond hij in het middenoor geen afwijkingen. In het binnenoor was weer het CORTI'sche orgaan aangetast, en wel ontbraken de 1e en 2e (dus de buitenste) haarcellen, terwijl de cellen van DEITERS, HENSEN en CLAUDIUS onveranderd waren gebleven, evenals de membraan van REISSNER, het overige deel van den ductus cochlearis en het ganglion spirale.

De tweede reeks dieren bevond zich in een gietijzeren buis, waartegen met 4 hamers geslagen werd. Deze proefopstelling komt overeen met de omstandigheden waaronder ketelsmeden werken (zie b.v. no. 3 van fig. 30). Aan één zijde werd weer het aambeeld verwijderd, deze zijde vertoonde geen verandering. De andere kant is ernstig aangedaan: van het orgaan van CORTI is van de 1e tot de 4e winding alleen een dunne cellaag overgebleven, de zenuw en het ganglion spirale zijn ontaard. De Nn. cochlearis en vestibularis zijn ongeschonden. Een viltplaatje in de buis gelegd, gaf geen wijziging in de resultaten, behalve dat de afwijkingen iets minder waren. HOESSLI meent, dat dit te verklaren is door de dempende werking (op de toonintensiteit en ook op de luchtgeleiding) van de viltplaat. Het proces begint in de twee axiale buitenste haarcellen; eerst verdwijnen hiervan de haren. HOESSLI zag nooit veranderingen van zenuwvezels of ganglioncellen, maar hij nam alleen maar vroege stadia waar. Bij de z.g. ketelsmedenproef waren de veranderingen het sterkst. Verder experimenteerde hij ook met honden, katten en apen; daar dit onderzoek echter weinig positiefs opleverde, wordt er hier aan voorbijgegaan.

Bij de derde groep werd weer eenzijdig het aambeeld verwijderd; de dieren werden daarop drie keer blootgesteld aan den knal van een kamerpistool op 30 cm. afstand. Aan den geopereerden kant werden weer geen afwijkingen gevonden; aan de andere zijde waren de buitenste haarcellen geheel verdwenen, de binnenste waren goed bewaard gebleven. De tunnelruimte was in het onderste gedeelte van de tweede winding ingevallen. Overigens werden geen veranderingen in de cochlea waargenomen.

GRÜNBERG<sup>1)</sup> experimenteerde in deze periode nog met vogels

<sup>1)</sup> K. GRÜNBERG, Untersuchungen über experimentelle Schädigungen des Gehörorgans durch Schalleinwirkung bei Vögeln. Zeitschr. f. Ohrenheilk. 62 (1911) 19.

(duiven), die een recht (niet gekronkeld) gehoorsperceptie-orgaan hebben, en waarbij de membrana basilaris gedeeltelijk rust op een beenige onderlaag. Hij vond bij sommige dieren een atrophie in de haarcellen, en wel het meest in de buitenste die op de vrije membrana basilaris rusten. De zenuwvezels en ganglioncellen vertoonden geen afwijkingen, evenmin als bij de proeven van MARX (zie onder) en HOESSLI.

Verder experimenteerde ook met caviae MARX<sup>1)</sup>, die in hoofdzaak dezelfde afwijkingen vond als WITTMACK. Hij stelde zijn dieren gedurende 28 dagen verscheidene keeren per dag bloot aan den fluittoon a<sup>4</sup>, a<sup>3</sup>, a<sup>2</sup> of e<sup>2</sup>. Bij expositie aan de tonen a<sup>4</sup> en a<sup>3</sup> vond hij afwijkingen. Muizen, die hij ook als proefdieren gebruikte, gaven negatief resultaat. Hoe intensiever het trauma, des te uitgebreider ook de laesie van het orgaan van CORTI was.

ROEHR<sup>2)</sup> onderzocht met de tonen C tot c<sup>6</sup>. Bij verdooving met de tonen c<sup>1</sup> en c<sup>2</sup> was het orgaan van CORTI in de derde winding veranderd; bij verdooving met den c<sup>3</sup>-toon werden de buitenste haarcellen in de bovenste winding verstoord.

Van de modernere onderzoekingen noemen wij de volgende: BECK en HOLZMANN<sup>3)</sup> gingen den directen invloed na van industrielawaai op het gehoororgaan van caviae. De kooien werden geplaatst in bedrijven als ketelsmederijen, weverijen en bij cementmolens. De vraag of beengleiding een rol speelt (het verschilpunt tusschen de Bazeler school en WITTMACK) trachtten zij op te lossen door een deel van de kooien op rubberplaten en spiraalveren te plaatsen. Verschil tusschen de dieren die niet, en die wel aan de beengleiding waren blootgesteld geweest, werd echter niet opgemerkt.

De invloed van het lawaai deed zich volgens deze onderzoekers in het eerst vooral gelden in het ganglion spirale en wel in een kleiner en donkerder worden van de kernen. In zwaardere gevallen

<sup>1)</sup> H. MARX, Untersuchungen über experimentelle Schädigungen des Gehörorgans; über Schädigungen des Gehörorgans durch adaequate Reize. Zeitschr. f. Ohrenheilk. 59 (1910) 333.

<sup>2)</sup> H. ROEHR, Versuch an Meerschweinchen über exp. Schädigungen der Schnecke durch reine Pfeiffertöne. Beitr. Z. Anatomie usw. des Ohres usw. 14 (1912) 394.

<sup>3)</sup> R. BECK und F. HOLZMANN, Lärmarbeit und Ohr. Arbeit und Gesundheit. Heft 10.

was het celplasma gevacuoliseerd. Ook werd verwoesting van het CORTI'sche orgaan gezien, maar alleen in ernstige gevallen; het orgaan was dan soms geheel verdwenen (bij de dieren uit de ketelsmederij). Deze laesie was bij voorkeur gelegen in den overgang van de eerste en tweede winding. Een bezwaar van deze publicatie is, dat alleen gesproken wordt over aantasting van het orgaan van CORTI en niet afzonderlijk de haarcellen zijn genoemd.

In 1937 publiceerde KAWATA<sup>1)</sup> nogmaals experimenten met caviae over geluidlaesies door bepaalde geruischen. Ter vergelijking met de geluidsbron gebruikte hij de telefoon van de Western-Electric 2-A audiometer. Bij den f4-toon vond hij omschreven laesies, nl. het verdwenen zijn van het orgaan van CORTI in de tweede winding. Bij lagere tonen vond hij minder goed gelocaliseerde afwijkingen in dit orgaan.

De volgende tabellen zijn ontleend aan het artikel van E. H. KEMP<sup>2)</sup>. Tabel A geeft een overzicht van de experimenten op caviae, tabel B van die op andere dieren.

Het resultaat van al dit werk is poover. Alleen meenen velen, dat aangenomen moet worden, dat het orgaan van CORTI en wel speciaal de buitenste haarcellen, het eerst worden aangedaan.

KEMP vat zijn overzicht zoo samen:

1. People who work in extremely noisy environments are often found to be hard-of-hearing, particularly for high frequencies. One investigator has reported deafness for certain low frequencies in people who were working in an environment where, it is said, these low tones were predominant. (In such cases, the relationship between age and hearing defect needs to be considered.)

2. Guinea pigs, exposed for a considerable time to tones of high intensity, have frequently been found to possess cochlear lesions. Such lesions have been produced in several instances, where the stimuli have been tones of high frequency, but it is not certain that low tones are similarly effective.

<sup>1)</sup> S. KAWATA, Experimentelle Studien über die Lärmschädigungen des Gehörorgans. Jap. J. med. Sc. XII, XI (1937) 77—100. Ref. in Zentralbl. f. H.N.O. XXX (1938) 158.

<sup>2)</sup> E. H. KEMP, A critical review of experiments on the problem of stimulation deafness. Psychol. Bull. 32 (1935) 325.

TABEL A.  
OVERZICHT VAN DE EXPERIMENTEN MET CAVIA'S.

| Naam                 | Omstandigheden,<br>waaronder geëxp. |                                                              | Duur                               | Plaats van de anatomische laesies.                                                         |
|----------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
|                      | Toon                                | Intensiteit                                                  |                                    |                                                                                            |
| WITTMACK<br>1907     | Bel                                 | Luchtgeleiding                                               | 5—60 dagen                         | Geen afwijkingen.                                                                          |
|                      | Bel                                 | Beengeleiding                                                | 5—16 dagen                         | Atrofie van het orgaan van CORTI en de VIIe zenuw.                                         |
|                      | Bel                                 | Beengeleiding                                                | 3—240 dagen $\times$ 12 uur        | Degeneratie van basale eindzenuw en orgaan van CORTI.                                      |
|                      | Fluit                               | „Voller<br>Lungenkraft”                                      | 3—200 dagen 4 $\times$ per dag     | Idem.                                                                                      |
|                      | Fluit                               | „Voller<br>Lungenkraft”                                      | Een keer                           | Idem.                                                                                      |
|                      | c3                                  | „Voller<br>Lungenkraft”                                      | Eens per dag, 28 dagen             | Degeneratie van de zenuw en van het orgaan van CORTI. 2e winding.                          |
| YOSHII<br>1909       | c5                                  | 5 mm Hg. druk                                                | 30—120 dagen $\times$ 12 uur       | Buitenste en binnenste haarcellen van het midden der basale winding.                       |
|                      | b2                                  | 4—5 mm Hg.                                                   | 30 dagen $\times$ 12 uur           | Idem, onderste deel tweede winding.                                                        |
|                      | G                                   | 4—5 mm Hg.                                                   | 30—40 dagen $\times$ 12 uur        | Idem, bovenste deel tweede winding.                                                        |
|                      | Sirene,<br>c3 tot f4                | 4—5 mm Hg.                                                   | Eens per dag, 8—130 dagen          | Idem, onderste en bovenste deel tweede winding.                                            |
|                      | Fluit f4                            | 4—5 mm Hg.                                                   | Idem                               | Idem, basale winding tot het eind.                                                         |
| MARX<br>1909         | a4                                  |                                                              | 28 dagen $\times$ ? uur            | Haarcellen van het bovenste deel der basale winding.                                       |
|                      | a3                                  |                                                              | 28 dagen $\times$ ? uur            | Haarcellen van het onderste deel der basale winding.                                       |
|                      | a2                                  |                                                              | 28 dagen $\times$ ? uur            | Geen afwijkingen.                                                                          |
|                      | e2                                  |                                                              | 28 dagen $\times$ ? uur            | Geen afwijkingen.                                                                          |
| VON EICKEN           | G                                   | Aambeeld<br>verwijderd                                       | 42 dagen $\times$ 12 uur           | Geen afwijkingen.                                                                          |
|                      | G                                   |                                                              | 42 dagen $\times$ 12 uur           | Degeneratie.                                                                               |
|                      | C                                   |                                                              | 42 dagen $\times$ 12 uur           | Geen afwijkingen.                                                                          |
| HOESSLI<br>1911—1912 | c5                                  | 5 mm Hg.                                                     | 10 dagen $\times$ 10—12 uur        | Buitenste haarcellen van bovenste deel basale winding.                                     |
|                      | g4                                  | 5 mm Hg.                                                     | 32 dagen $\times$ 10—12 uur        | Buitenste haarcellen van bovenste deel der basale winding en onderste deel tweede winding. |
|                      | c4 en c6                            | 5 mm Hg.                                                     | 20 dagen $\times$ 10—12 uur        | Buitenste haarcellen onderste deel basale- en middelste deel tweede winding.               |
|                      | b2, gevolgd<br>door c5              | 5 mm Hg.                                                     | 21 (en 14) dagen $\times$ 10—12 u. | Buitenste haarcellen der twee onderste windingen.                                          |
|                      | c2 en c5                            | 5 mm Hg.                                                     |                                    | Proximale buitenste haarcellen van bovenste deel basale winding.                           |
| RÖHR<br>1921         | C                                   | Direct in de meatus                                          |                                    | Geen afwijkingen.                                                                          |
|                      | c                                   | Idem                                                         |                                    | Buitenste haarcellen bovenste winding.                                                     |
|                      | c1                                  | Idem                                                         |                                    | Orgaan van CORTI derde winding.                                                            |
|                      | c2                                  | Idem                                                         |                                    | Orgaan van CORTI derde winding.                                                            |
|                      | c3                                  | Idem                                                         |                                    | Geen afwijkingen.                                                                          |
|                      | c4                                  | Idem                                                         |                                    | Geen afwijkingen.                                                                          |
|                      | c5                                  | Idem                                                         |                                    | Geen afwijkingen.                                                                          |
|                      | c6                                  | Idem                                                         |                                    | Geen afwijkingen.                                                                          |
| KIMURA<br>1924       | c3                                  | Door koolzuurbombe aangeblazen (2—6 weken,<br>2 min. dagel.) |                                    | Orgaan van CORTI tusschen de twee onderste windingen.                                      |

TABEL B.  
OVERZICHT VAN DE EXPERIMENTEN MET ANDERE DIEREN.

| Naam             | Dier       | Omstandigheden,<br>waaronder geëxp. |                         | Duur                             | Plaats van de anatomische laesies.                                   |
|------------------|------------|-------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
|                  |            | Toon                                | Intensiteit             |                                  |                                                                      |
| MARX 1909        | Muizen     | Zelfde als bij de cavia's.          |                         |                                  | Geen afwijkingen.                                                    |
| GRÜNBERG<br>1912 | Duiven     | a3                                  | „Voller<br>Lungenkraft” | 7 dagen                          | Tweede quadrant.                                                     |
|                  |            | a3                                  | Idem                    | 14 dagen                         | Tweede quadrant.                                                     |
|                  |            | a4                                  | Idem                    | 7 dagen                          | Tweede quadrant.                                                     |
|                  |            | a4                                  | Idem.                   | 14 dagen                         | Geen afwijkingen.                                                    |
| HOESSLI<br>1912  | Apen       | c5                                  | 5 mm Hg.                | 10 dagen $\times$ 10—12 uur      | Buitenste haarcellen van het bovenste<br>deel der basale winding.    |
|                  | Katten     | c5                                  | 5 mm Hg.                | 10 dagen $\times$ 10—12 uur      | Geen afwijkingen.                                                    |
|                  |            | c3 en c6                            | 5 mm Hg.                | 32 dagen $\times$ 10—12 uur      | Geen afwijkingen.                                                    |
|                  |            | c5                                  | 5 mm Hg.                | 19 dagen $\times$ 10—12 uur      | Buitenste haarcellen van het benedenste<br>deel der tweede winding.  |
|                  | Honden     | c5                                  | 5 mm Hg.                | 19 dagen $\times$ 10—12 uur      | Geen afwijkingen.                                                    |
|                  |            | d1 en d4                            | 5 mm Hg.                | 42 dagen $\times$ 10—12 uur      | Bovenste deel eerste en onderste deel<br>tweede winding.             |
|                  |            | c4, gevolgd<br>door e1              | 5 mm Hg.                | 21 (33) dagen $\times$ 10—12 uur | Geen afwijkingen.                                                    |
| SATCH<br>1917    | Duiven     | c5                                  | 5 mm Hg.                | 10—50 dagen $\times$ 12 uur      | Geen afwijkingen.                                                    |
|                  | Spreeuwen  | c3                                  | 5 mm Hg.                | 10—50 dagen $\times$ 12 uur      | Geen afwijkingen.                                                    |
|                  | Papegaaien | c1                                  | 5 mm Hg.                | 10—50 dagen $\times$ 12 uur      | Geen afwijkingen.                                                    |
| RÖHR 1921        | Muizen     | Zelfde als bij de cavia's.          |                         |                                  | Geen afwijkingen.                                                    |
| WADA<br>1924     | Duiven     | Met normale<br>musc. tensor tymp.   |                         | 60—71 uur                        | Geen afwijkingen.                                                    |
|                  |            | Met doorgesn.<br>musc. tensor tymp. |                         | 61—63 uur                        | Geen afwijkingen.                                                    |
| KIMURA<br>1924   | Muizen     | c3                                  | Koolzuurbombe           | 2—6 weken, 2 min. dag.           | Laesie van het orgaan van CORTI<br>tusschen twee onderste windingen. |
|                  | Duiven     | c3                                  | Koolzuurbombe           | 2—3 weken, 2 min. dag.           | Degeneratie van deel der papilla basilaris.                          |

3. Results with exposure of other animals are not conclusive; but there is evidence that sufficiently intense and prolonged stimuli will produce cochlear lesions in white mice and pigeons and possibly in cats, dogs and apes.

Latere onderzoekingsmethoden zijn meer fysiologisch ingesteld en maken gebruik van voorwaardelijke reflexen, de PREYER-reflex of het WEVER-BRAY-effect, om de (functioneele) laesies op te sporen, maar ons is het juist te doen om een overzicht te krijgen over de anatomische veranderingen in verband met het straks te bespreken onderzoek van CROWE c.s. bij menschen.

Hiermede is het overzicht van de publicaties op dit experimenteele gebied nog lang niet volledig, maar voor ons doel toch wel voldoende.

VAN WAVEREN<sup>1)</sup> gaf in zijn proefschrift een vrijwel volledig beeld tot 1924, terwijl aan ieder, die een overzicht ook van de nieuwste literatuur wil verkrijgen, ten sterkste het boek „Das Labyrinth” van WERNER<sup>2)</sup> kan worden aangeraden.

Vast staat, dat de anatomische verandering van het binnenoor begint bij de buitenste haarcellen van het CORTI'sche orgaan en wel bij de twee axiale cellen. Het eerste teeken van deze laesie is het verdwijnen van de haren van deze cellen, vervolgens vervorming, zwelling en uiteindelijk verdwijning der cellen.

Het eerst en het gemakkelijkst krijgt men deze veranderingen door blootstelling aan den toon c5 (v. EICKEN). In het volgende stadium worden ook de steuncellen van het CORTI'sche orgaan (cellen van DEITERS) aangetast; aanvankelijk zwellen zij op, later atrophieeren zij. De tunnelcellen houden het langer uit, maar eindelijk vallen ook zij ten offer aan het geluidstrauma. In een nog later stadium toonen de zenuwvezels en ganglioncellen veranderingen, maar deze extreme gevallen hebben voor ons minder beteekenis, daar zij vanzelfsprekend niet zoo vaak in de praktijk zullen voorkomen.

De vraag, welke rol de beengleiding bij de geluidsbeschadiging speelt, is — zooals reeds opgemerkt — langen tijd een twistpunt geweest. WITTMAACK heeft steeds de beengleiding belangrijk geacht. Echter maakt de uitkomst van vele experimenten (b.v. die met aambeeldlooze ooren) deze beteekenis problematisch. Ook b.v.

<sup>1)</sup> W. F. J. v. WAVEREN, l.c.

<sup>2)</sup> CL. F. WERNER, Das Labyrinth. Georg Thieme, Leipzig 1940.

de voorspelling in 1907 door WITTMACK gedaan, dat men alleen in die beroepen, die aan geluidsbeschadiging door beengleiding blootstaan, deze soort doofheid zou aantreffen, is niet uitgekomen. Uit het artikel van BUNCH<sup>1)</sup> kan men leeren, dat alle met lawaai gepaard gaande beroepen schadelijk zijn voor het oor, onverschillig of het geluid via de beengleiding het oor kan bereiken of niet. Met name zijn telefonisten, waarvan WITTMACK voorspeld had, dat zij niet deze soort beroepsdoofheid zouden hebben, evengoed blootgesteld aan dit trauma en vertoonen ze de typische curve.

Enkele Russische<sup>2)</sup> en Japansche auteurs uit den laatsten tijd hebben weer een lans gebroken voor den invloed van de beengleiding, maar hun aantal staat achter bij diegenen, welke een meer sceptisch standpunt innemen. Wellicht zijn de positieve resultaten van WITTMACK door de volgende oorzaken te verklaren:

1. Ook de luchtgeleiding wordt door den trillenden bodem versterkt.
2. Door de trilling komen de proefdieren in minder goede conditie, waardoor ze vatbaarder voor schadelijke invloeden worden. Met name zouden de grove trillingen of direct of doordat ze den weerstand verminderen, schadelijk kunnen zijn.

Volledigheidshalve wordt hier ook gewezen op de regelende rol van den musc. tensor tympani en den musc. stapedius. Het is zeer waarschijnlijk, dat deze spieren de geleiding van zwakke geluiden versterken, te sterke geluiden echter verzwakken. Hun functie is dus te vergelijken met die van den musc. iridis bij het oog.

Men zou dan moeten aannemen, dat vooral plotselinge en lang aanhoudende geluiden schadelijk zouden zijn. De eerste, omdat het oor er zich niet op heeft ingesteld, de laatste, omdat de spieren vermoeid raken. Inderdaad wordt in de literatuur herhaaldelijk vermeld, dat onderbreking van de geluidsexpositie sparend werkt.

Bij kanonniers komt de knal van het geschut niet onverwachts,

<sup>1)</sup> C. C. BUNCH, l.c. (blz. 1).

<sup>2)</sup> J. S. SOBIN, Resultate der Untersuchung des Gehörorgans bei an POWEN'schen statistischen Maschinen beschäftigten Personen. Monatschr. f. Ohrenheilk. 68 (1934) 1051.

J. TEMKIN, Die Schädigung des Ohres durch Lärm und Erschütterung. Monatschr. f. Ohrenheilk. 67 (1933), 257, 450, 527, 705, 823.

zoodat dit extra schadelijke moment dan niet meetelt. Het tweede genoemde ongunstige moment, de lange duur, heeft beteekenis voor de duikbootbemanningen. Inderdaad vertoonen zij in ons materiaal de grootste afwijkingen, maar deze kunnen voldoende verklaard worden uit het feit, dat die groep de ooren het minst beschermt.

#### b. Pathologische anatomie van de beroepsdoofheid.

HABERMANN<sup>1)</sup> onderzocht in 1890 het gehoororgaan van een bejaarden, sinds langen tijd door zijn beroep doof geworden, ketelsmid. De voornaamste veranderingen, die hij vond, waren: „eine „hochgradige Atrophie des CORTI'schen Organs und Atrophie bis „völliger Schwund der Nerven in der basalen Windung und im „Vorhofsteil der Schnecke.....“

Later, in 1906, deelt hij de resultaten mede van de autopsie van 10 andere door geluid beschadigde ooren<sup>2)</sup>. Het middenoor vertoonde geen bijzonderheden. De veranderingen in het binnenoor vat hij als volgt samen: „Die Veränderungen im inneren Ohr, die „bei allen gefunden wurden, bestanden in einer Atrophie des „CORTI'schen Organs, die bei den meisten Fällen auf den unteren „Teil der Schneckenbasis und den Vorhofsteil der Schnecke be- „schränkt waren, und nur bei dem zweiten und vierten Fall liessen „sich auch in den oberen Windungen geringe Veränderungen im „CORTI'schen Organ nachweisen, die auf andere Ursachen zurück- „zuführen sein dürften. Entsprechend den Veränderungen des „CORTI'schen Organs waren auch die Nervenfasern in der Spiral- „lamelle atrophisch oder selbst ganz geschwunden, während an „den Ganglienzellen des Spiralkanals sich nur selten und dann nur „in den distalen Zellen Atrophie nachweisen liess. Es lässt sich „aus dem Ergebnis dieser Untersuchungen der Schluss ziehen, dass „die Wirkungen langdauernder starker Schalleinwirkung auf das „Ohr sich vorwiegend und zunächst in den eigentlichen Sinneszellen, „den CORTI'schen Zellen, äussern dürften und dass dann als Folge „dieser Störungen sich eine aufsteigende Atrophie auch in den „Nerven entwickelt“. Daar de praeparaten te laat gefixeerd waren

<sup>1)</sup> J. HABERMANN, Über die Schwerhörigkeit der Kesselschmiede. Archiv f. Ohrenheilk. 30 (1890) 1.

<sup>2)</sup> J. HABERMANN, Beiträge zur Lehre von der professionellen Schwerhörigkeit. Archiv. f. Ohrenheilk. 69 (1906) 106.

om postmortale veranderingen te kunnen uitsluiten, was het niet mogelijk de fijnere histologische veranderingen in het orgaan van CORTI na te gaan.

Twee van deze vijf personen bij wie sectie kon worden verricht, leden aan tabes, andere leden aan chronische tuberculosis pulmonum. Vaak is dit gebruikt als argument om te betoogen, dat het niet geheel zeker is, dat HABERMANN de zuivere veranderingen bij beroepsdoofheid beschreef. Echter blijken deze en andere chronische aandoeningen in het geheel geen invloed op het gehoororgaan uit te oefenen, zooals BUNCH bij 468 patiënten met chronische ziekten audiografisch aantoonde. Gaven deze ziekten wel anatomische veranderingen, dan zou dit zeker de gehoorsfunctie beïnvloed hebben.

Een ander bezwaar is de hoge leeftijd van de ter autopsie gekomen patiënten (gemiddeld pl.m. 60 jaar). Dit is niet te ontkennen, maar toch zijn deze autopsie-resultaten zoozeer in overeenstemming met de uitkomst van het zoo dadelijk te noemen onderzoek van CROWE c.s., dat zij de aandacht verdienen.

BRÜHL<sup>1)</sup> seceerde de ooren van een 46-jarigen ketelsmid. Ook hij vond in het middenoor geen afwijkingen. Het orgaan van CORTI was in de basale winding volkomen geatrofieerd.

ZANGE<sup>2)</sup> beschrijft de veranderingen in het binnenoor van een 29-jarigen scheepsbouwer (ketelsmid). Practisch was het geheele orgaan van CORTI verwoest, de zenuwvezels waren vooral in de basale winding aangedaan, in dien zin, dat hun aantal daar verminderd was. Dus ook hier was het proces waarschijnlijk in den aanvang in de basale winding gelocaliseerd. Evenals HABERMANN vond hij het gebied van den Nervus vestibularis geheel onveranderd, als ook het middenoor, terwijl bij het onderzoek vóór den dood, evenals in de gevallen van HABERMANN een zuivere binnenoordoofheid was gediagnostiseerd.

CROWE, GUILD en POHLVOGT<sup>3)</sup> publiceerden in 1934 een zeer uitvoerige studie over anatomische veranderingen in het binnenoor

<sup>1)</sup> G. BRÜHL, Beiträge zur pathologischen Anatomie des Gehörorgans. Zeitschr. f. Ohrenheilk. 52 (1906) 243.

<sup>2)</sup> J. ZANGE, Beitrag zur Pathologie der professionellem Schwerhörigkeit. Archiv f. Ohrenheilk. 86 (1911) 167.

<sup>3)</sup> S. J. CROWE, S. R. GUILD and L. M. POHLVOGT, Observations on the pathology of high-tone deafness. Bull. John Hopkins Hospital 54 (1934) 315.

bij discantdoofheid. Hun materiaal was geselecteerd uit 800 patiënten, die voor hun dood waren getest met een audiometer. Zoo werden 79 ooren verzameld, die een gehoorsverlies voor de hoge tonen bezaten, waarvan de bezitter meestal kort voor zijn dood (de meeste binnen 6 weken ervoor) audiometrisch was onderzocht, terwijl de ooren volledig pathologisch-anatomisch waren nagekeken.

De onderzochte gevallen lieten zich dadelijk in twee groepen splitsen: een groep, die een geleidelijk gehoorsverlies van lage naar hoge tonen liet zien („gradual high tone loss cases”, in het vervolg aangeduid als geleidelijke discantdoofheid) en een groep, die een abrupte verhooging van den gehoorsdrempel voor hoge tonen liet zien („abrupt high tone loss cases”, in het vervolg genoemd de abrupte discantdoofheid).

De resultaten van het microscopisch onderzoek werden nauwkeurig topographisch en tabellarisch geregistreerd; zoo werden aangeteekend de toestand van de zenuwvezels in de beenige lamel (in het vervolg zenuw genoemd), het orgaan van CORTI, de sulcus externus en de stria vascularis. Verder werd steeds ook de rest van de cochlea en het geheele middenoor volledig nagezien. Naast deze 79 ooren werden uit 200 ooren met een normaal audiogram 15 ooren die anatomisch toch duidelijke veranderingen vertoonden, uitgekozen, die als vergelijkingsmateriaal dienden.

De 46 ooren met geleidelijke discantdoofheid werden onderverdeeld in 4 groepen:

1. (24 ooren) De zenuwatrofie is erger dan die in de contrôle-groep; de middenoorlaesies vallen binnen de grenzen der contrôle-groep.
2. ( 3 ooren) Zenuwatrofie en middenoorlaesie zijn beide ernstiger dan in de contrôle-groep.
3. ( 2 ooren) De veranderingen in de zenuw bewegen zich binnen de grenzen van die der contrôle-groep, maar de middenoorlaesies zijn erger.
4. (17 ooren) De veranderingen aan zenuw en middenoor bewegen zich beide binnen de grenzen van de contrôle-groep.

Dadelijk moet worden opgemerkt, dat indien men alle 46 ooren van deze groep rangschikt in volgorde van het gehoorsverlies,

15 van deze laatste 17 ooren vallen in de helft met de lichtste gehoorsafwijkingen.

De conclusie van de schrijvers is, dat deze zenuwlaesie waarschijnlijk verantwoordelijk is voor het gehoorsverlies. Twintig van de 24 ooren uit de eerste groep zijn afkomstig van personen boven de 59 jaar.

De 33 ooren met abrupte discantdoofheid laten zich eveneens in vier groepen verdeelen:

1. (24 ooren) Het meest naar voren treedt een laesie van het orgaan van CORTI en van de zenuw, beide in de basale winding. De middenoorlaesies liggen binnen de grenzen van de contrôlegroep.
2. ( 3 ooren) Het orgaan van CORTI heeft een normaal aanzien, maar de zenuw is veel meer aangedaan dan in de contrôlegroep. De middenoorafwijkingen liggen binnen de grenzen van de contrôlegroep.
3. ( 2 ooren) Het orgaan van CORTI heeft een normaal aanzien, maar zoowel de zenuwatrofie als de middenoor-aandoeningen zijn ernstiger dan in de contrôlegroep.
4. ( 4 ooren) Zoowel het orgaan van CORTI, als de zenuw en het middenoor, vertoonen minder afwijkingen dan de contrôlegroep.

Er bestaan geen langzame overgangen van geleidelijke naar abrupte discantdoofheid. De verdeeling in deze twee hoofdgroepen is dus ongedwongen. Ons interesseert vooral de „abrupt high tone loss cases-group”, omdat deze groep dezelfde audiogrammen vertoont als onze gevallen van beroepsdoofheid.

Het blijkt dan, dat in  $\frac{3}{4}$  van deze gevallen een atrofie van het orgaan van CORTI bestaat, d.w.z. in de lichtere gevallen zijn alleen de haarcellen verdwenen over een groot of kleiner gebied; in de zwaarste gevallen is er een volkomen atrofie tot aan het steunweefsel toe.

Dat deze laesie van het CORTI'sche orgaan waarschijnlijk primair is en niet de haast steeds er mede gepaard gaande atrofie van de zenuw, betoogen deze schrijvers aldus: In streken, waar de zenuw geheel verdwenen is, is ook het orgaan van CORTI totaal geatrofieëerd,

maar daar waar nog enkele normaal uitziende zenuwvezels aanwezig zijn, kan het orgaan van CORTI geheel geatrofieëerd zijn of het kan ook geheel ongeschonden zijn.

GUILD<sup>1)</sup> deelt een geval mede van totale atrofie van het orgaan van CORTI. In dit geval bestond absolute doofheid. Niettegenstaande dat, was hier en daar nog een kwart van het normale aantal ganglioncellen aanwezig. Maar omgekeerd kwamen er gevallen voor met een goed gehoor, waarbij er slechts weinig ganglion-spirale-cellen aanwezig waren, maar in deze gevallen was het orgaan van CORTI volkomen intact.

Deze atrofie van het CORTI'sche orgaan moge dan een voldoende verklaring zijn voor de abrupte discantdoofheid, het is nog steeds de vraag of wij deze doofheid identiek mogen stellen aan onze beroepsdoofheid. De volgende argumenten pleiten daarvoor:

1. De leeftijd. De gemiddelde leeftijd van deze personen met afwijkingen in het CORTI'sche orgaan was 15 jaar jonger dan die van de voornaamste groep der geleidelijk-discantdooven. Dit verschil wordt nog meer geaccentueerd door het volgende: 20 van de 24 ooren met zenuwafwijkingen (de voornaamste geleidelijk-discantdoove groep) zijn afkomstig van personen boven de 59 jaar. Van de ooren met afwijkingen in het orgaan van CORTI (de voornaamste abrupt-discantdoove groep) waren de ernstigste gevallen afkomstig van 4 bezitters, die 38 tot 46 jaar oud waren, in het kader van het gezamenlijke patiëntenmateriaal, jeugdige personen.
2. Merkwaardig is ook de verdeeling naar het geslacht. In de hoofdgroep van de geleidelijk-discantdooven zijn 10 ooren afkomstig van vrouwen en 14 van mannen; de verdeeling is dus praktisch gelijk. In de hoofdgroep der abrupt-discantdooven waren alle 24 ooren afkomstig van mannen (die veel meer in lawaai werken).

Met betrekking tot de beschadiging van het orgaan van CORTI merken de schrijvers op: „there is no evidence that a damaged organ of CORTI regenerates, so it must be due to chance alone that

<sup>1)</sup> S. R. GUILD, Correlations of histologic observation and the acuity of hearing (voorlooper van de studie van CROWE, GUILD and POHLVOGT) Acta oto-laryng. 17 (1932) 207.

so many with this type of lesion are among the younger patients. Further study of this point may lead to a suggestion of the etiology".

Mèt BUNCH, die dezelfde regels aanhaalt, spreken wij het sterke vermoeden uit, dat de aetiologie moet gezocht worden in het bloot gestaan hebben aan lawaai. Het is jammer, dat geen gegevens bekend zijn over het beroep van de bezitters dezer ooren, anders zou het vraagstuk opgelost zijn geweest. BUNCH kon nog achterhalen, dat een ervan ketelsmid en een ander klinker van beroep was.

Zooals bekend, wordt meestal aangenomen dat de hoge tonen in de nabijheid van het foramen ovale gepercipieerd worden, de lagere in de buurt van het helicotrema. CIOCCO meende, door het materiaal wetenschappelijk-statistisch te bewerken, zeer nauwkeurig de perceptieplaats voor de hoogere tonen te kunnen bepalen.

Sinds VON BÉKÉSY<sup>1)</sup> en later anderen, b.v. REBOUL<sup>2)</sup>, in een

<sup>1)</sup> G. VON BÉKÉSY, Zur Theorie des Hörens. Physik. Zeitschr. XXX (1929) 115 en 721.

<sup>2)</sup> J. A. REBOUL, Remarques sur les théories de l'audition. Revue de l'oto-rhinol. 1939, blz. 144 (Uittreksel uit Thèse de Bordeaux 1938).

Over het middenoor-mechanisme heerscht wel eenstemmigheid, dit kan verder terzijde gelaten worden.

Wat het binnenoor-mechanisme betreft, VON BÉKÉSY toonde hierbij door middel van modellen aan, dat de membrana basilaris in zijn geheel in golvende beweging komt. Beneden de 800 à 1000 H. echter zijn er geen maxima en minima, maar vibreert de membraan als het tongetje van een orgelpijp. Geluidsperceptie heeft plaats of door druk, of door verandering in den elektrischen toestand (condensator). Boven de 1000 H. is de localisatie van de geluidsperceptie waarschijnlijk. Voor hoge tonen ligt de perceptie bij de basaalwinding. De eerste golf van de membrana basilaris is ook de hoogste. Experimenteel is wel vastgelegd: lage tonen geven uitgebreider, weinig gelocaliseerde laesies, hoge tonen geven gelocaliseerde laesies.

Het WEVER-BRAY-effect (onder invloed van geluid ontstaan in het oor elektrische stroomen van dezelfde frequentie) is te verklaren uit het verschil van endo- en perilymphe, beïnvloed door trillingen. Een elektrische stroom van bepaalde frequentie geeft in het oor een geluidssensatie van dezelfde frequentie. De membrana basilaris moet daarvoor intact zijn. Door bewegingen van den membraan worden elektrische stroomen opgewekt, doordat in den membraan zich vele elementaire condensatoren bevinden. Door variatie van den druk op den membraan ontstaan elektrische stroomen, doordat de dielectrische ruimte van den grooten condensator, zooals men de membrana basilaris met zijn omgeving kan beschouwen, verandert. Dit laatste heeft den meesten invloed.

Conclusies:

diepgaande studie aantoonde, dat bij de geluidsinwerking op de cochlea niet slechts een deel, maar de geheele cochlea betrokken is (de geheele membrana basilaris komt in golvende beweging en overal in de endolympe ontstaan verdichtingen en verdunningen, waardoor op iedere plaats druk wordt uitgeoefend op de haarcellen) kan het niet meer uitgesloten worden geacht, dat lage geruischen, als ze uit meerdere componenten bestaan, laesies geven op de plaatsen, waar de hoogere tonen worden gepercipieerd. Door sommatie van de bewegingen, die iedere component afzonderlijk aan de membraan wil geven (of door sommatie van den druk, dien iedere component afzonderlijk op de haarcellen wil uitoefenen) is het mogelijk, dat juist de plaats, waar de 4000-H.-toon wordt gepercipieerd, het meest aan laesies bloot staat.

LARSEN<sup>1)</sup> komt tot dezelfde conclusie: de put bij de c5 in het audiogram heeft zijn oorzaak nòch in een fout van den audiometer (hij gebruikte ook de W. E. type 6-A), omdat bij audiogrammen van normale ooren deze put niet voorkomt, nòch in een masking-effect, door oorsuizen veroorzaakt (dit is vaak afwezig), maar wel degelijk in de physiologie van de cochlea.

Terwille van de eenheid in het vibroceptorische orgaan is misschien de tweede hypothese, dat de toon gepercipieerd wordt door druk op de haarcellen, wel het meest aannemelijk. De andere twee haarcel-organen van de N. octavus — het evenwichtsorgaan en het lateraalorgaan bij visschen — werken toch ook door druk. Tevens laten zoowel dierexperimenten als het pathologisch-anatomisch onderzoek zien, dat de geluidslaesie van het orgaan van CORTI begint met de haarcellen.

1. Voor lage tonen vibreert de membraan als het tongetje van een orgelpijp, zonder gelocaliseerd maximum. Hier voldoet de telefoontheorie: omschakeling van mechanische trillingen in elektrische stroomvariatiën. De toondifferentiatie zou plaats vinden hoger in het cerebrum.

2. Voor hoge tonen is er wel een maximum amplitude, n.l. de eerste buik vanaf het foramen. Dit voldoet aan de resonantietheorie. Voor hoge tonen gaat de telefoontheorie weer niet op (te groote refractaire perioden). Bij deze studie is het probleem vereenvoudigd: 1. de winding van de cochlea is buiten beschouwing gelaten; 2. geen regel is gegeven over de vibratiesnelheden.

<sup>1)</sup> B. LARSEN, Investigations of professional deafness in shipyard and machine factory labourers. Acta Otolaryng. supp. 36 (1939).

Niet in strijd met deze mogelijkheid, maar desnoods als een versterkende component, is op te vatten: het aannemen van een eigen trilling van de cochlea. LEIRI publiceerde hierover onder den titel „Sur le ton propre de l'oreille” <sup>1)</sup> het volgende: Een eigen toon van het oor is op te wekken:

1. Door met een metalen voorwerp een slag te geven op een kopje, dat men omgekeerd tegen het oor houdt en daarna snel verwijdt. Het rotsbeen zou zoo in trilling komen.
2. Door sterke galvanische prikkeling.

LEIRI hoort op deze wijze den c5-toon, KIESSELBACH en FILEHNER een iets lageren toon, ERB „Eine deutliche metallische Klangempfindung, ähnlich wie bei spontanem Ohrenklingen” (dat vaak ook bij de c5 ligt) en GRADENIGO den c5-toon (maar tegelijk den C64, waarschijnlijk afkomstig van spiergeruischen bij de galvanische prikkeling). Men ziet dus, alle tonen in de buurt der 4000 H. Bij sterke geluidsintensiteiten zou dus de cochlea, evenals andere voorwerpen met eigen frequentie, gaan meetrillen. Deze toon zou dan psychisch onderdrukt worden, evenals bij het oog het beeld van de netvliesvaten, maar wel zijn schadelijken invloed doen gelden.

Het voert ons te ver buiten de ons voorgestelde taak deze mogelijkheden op haar reële waarde te onderzoeken. Het was alleen onze bedoeling de mogelijkheden op te sommen, waarop de typische inzinking bij de 4000 H. in audiogrammen van aan lawaai blootgestelde ooren zou kunnen berusten.

<sup>1)</sup> F. LEIRI, Sur le ton propre de l'oreille. Acta oto-laryng, 17 (1932) 249.

## HOOFDSTUK V.

### Gehoorsbeschadiging door intensief geluid als aetiologische factor der ouderdomsdoofheid.

In 1892 schreef BRÜHL <sup>1)</sup> (die met HABERMANN een van de eersten was, die beroepsdoofheid aan een oor van een kopersmid pathologisch-anatomisch onderzocht): „Aan de bovengrens van de toonschaal ziet men binnenoordofheid, doofheid voor hooge tonen, b.v. voor de s-klank of het sjirpen van de krekels, speciaal bij *oude mensen en ketelmakers*, welke veroorzaakt wordt door een atrofie van de zenuwvezels van de cochlea”.

Sindsdien is de mogelijkheid van een aetiologisch verband tusschen dit soort beroepsdoofheid en de ouderdomsdoofheid weinig meer geopperd. Wel schreven BEZOLD en SIEBENMANN <sup>2)</sup> in hun handboek: „De meest voorkomende laesie van het binnenoor is wel die door intensief lawaai, het acustische trauma”.

De invloed van den leeftijd op het gehoororgaan werd systematisch onderzocht door ZWAARDEMAKER <sup>3)</sup>, die het begrip presbyacosis invoerde. Hij constateerde n.l. een inkorting van de bovengrens van het gehoor, die parallel met den leeftijd liep. CUPERUS <sup>4)</sup> vond hetzelfde aan de ondergrens. Anderen, b.v. BEZOLD <sup>5)</sup> beschouwden het gehoorsverlies voor hooge tonen als een typisch ouderdomsverschijnsel.

Pas toen de audiometer een voldoende graad van bruikbaarheid gekregen had, was een volledig onderzoek op groote schaal van de totale gehoorsbreedte praktisch minder bezwaarlijk.

<sup>1)</sup> G. BRÜHL, Atlas and epitome of oto-laryngology, p. 114 (Eng. uitg.) (1902).

<sup>2)</sup> BEZOLD u. SIEBENMANN, Handbuch Ohrenheilk. p. 280 (Eng. uitg.) (1908).

<sup>3)</sup> H. ZWAARDEMAKER, Der Verlust an hohen Tönen mit zunehmendem Alter. Arch. f. Ohrenheilk. 32 (1891) 53.

Idem, Das presbyacusische Gesetz. Zeitschr. f. Ohrenheilk. 24 (1893) 280.

<sup>4)</sup> N. J. CUPERUS u. H. ZWAARDEMAKER, Über das presbyacusische Gesetz an der unteren Grenze unseres Gehörs. Arch. f. Ohrenheilk. 35 (1893) 290.

<sup>5)</sup> G. BEZOLD u. SIEBENMANN, L.c.

BUNCH <sup>1)</sup> als eerste publiceerde in 1929 de audiogrammen van 353 personen van alle leeftijdsklassen. Van iedere decade werd een gemiddeld audiogram samengesteld, zodat een vergelijking van deze audiogrammen onderling het gehoorsverlies bij toenemenden leeftijd demonstreerde. In 1931 gaf BUNCH <sup>2)</sup> voor den tweeden keer een studie over dit onderwerp in het licht, maar nu bestond zijn materiaal uit 468 chronische zieken, zooals hartlijders, luetici, hypertensielijders, enz. van alle leeftijdsklassen. Deze gemiddelde audiogrammen kwamen voor iedere aandoening overeen met die van gezonde personen van dezelfde leeftijdsgroep, waaruit bleek dat een invloed op de gehoorsscherpte door deze ziekten uit te sluiten was.

Tenslotte gaf BUNCH in samenwerking met RAIFORD <sup>3)</sup> eveneens in 1931 een biometrische studie in het licht, uitgaande van 693 personen, waarin hij den invloed van sexe en ras op de gehoorscherpte naging. Omdat deze studie over een groot en goed geselecteerd (wat het uitsluiten van ziekten betreft) aantal personen loopt, nemen wij hier het diagram over, dat den invloed van den leeftijd, ongeacht sexe en ras, op de gehoorsscherpte demonstreert.

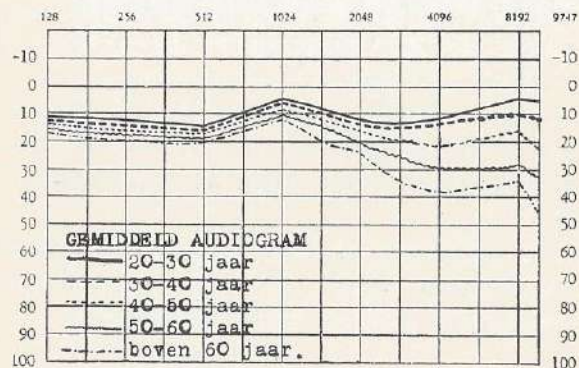


Fig. 36. De gemiddelde audiogrammen bij opvolgende decaden.

<sup>1)</sup> C. C. BUNCH, Age variations in auditory acuity. Arch. of Otolaryngology IX (1929) 625.

<sup>2)</sup> C. C. BUNCH, Age variations in auditory acuity. Arch. of Otolaryngology XIII (1931) 170.

<sup>3)</sup> C. C. BUNCH and T. S. RAIFORD, Race and sexe variations in auditory acuity. Arch. of Otolaryngology XIII (1931) 423.

Zijn conclusies zijn, dat tot den 2048 H.-toon de invloed van den leeftijd klein is, voor de hoogere tonen lopen de curven echter waaivormig uiteen, doordat de curve lager komt te liggen naarmate de leeftijd hoger is. Een kleine gehoorsscherptevermindering voor de lagere tonen is, ofschoon minimaal, toch onmiskenbaar, daar de curven elkaar nergens snijden en slechts één keer raken.

NUSSDORFFER <sup>1)</sup> vond reeds in de tweede en derde decade een gehoorsverlies voor den 4092 H.-toon en hogere tonen. Ook is met toenemenden leeftijd de scherpte voor alle tonen wat afgenomen. Zijn resultaten stemmen dus overeen met die van BUNCH.

Het begrip presbycusis omvat dus:

1. De bovenste en waarschijnlijk ook eenigszins de onderste hoorgrens is ingekort.
2. De gehoorsscherpte voor hoge tonen is verminderd.

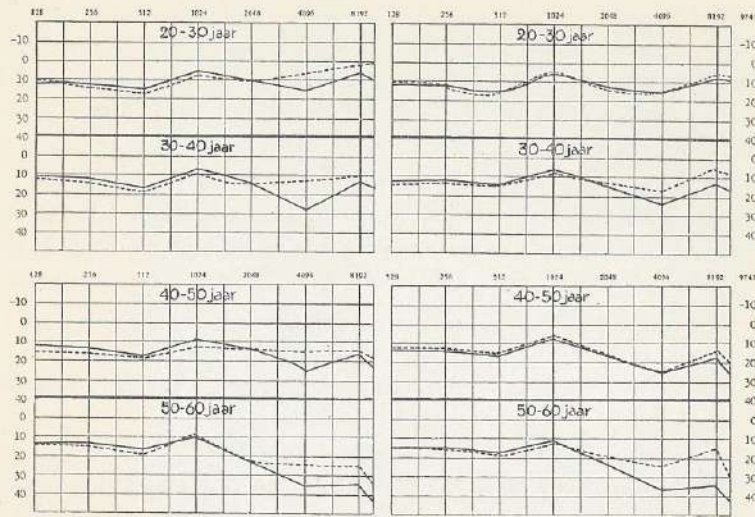
Behalve naar den leeftijd selecteerden BUNCH en RAIFORD hun materiaal ook naar het geslacht (voor blanken en negers afzonderlijk). Het bleek hun, dat tot den 2048 H.-toon de audiogrammen van mannen en vrouwen niet veel verschilden; daarboven trad echter een groot onderscheid op, doordat de curve voor de mannen veel lager kwam te liggen, vooral voor den 4096 H.-toon. Vooral op middelbaren leeftijd was het verschil groot. Het verschil is grooter voor het blanke ras, maar toch ook uitgesproken bij negers.

Fig. 37 geeft de curve weer, links voor blanken, rechts voor negers. „In all, except the twenty year-group, the greatest difference is at 4096 H. ... There is, however, (zooowel bij negers als blanken), a constant dip for 4096 H. for all groups of males and the fact that this is not true for femals suggest that this impairment for 4096 H. is due to an organic lesion somewhere in the auditory apparatus that is present in men more commonly than in women.”

Het verschil tusschen mannen en vrouwen wordt nog eens gedemonstreerd door de volgende curven, die het verloop van de gehoorsscherpte voor een bepaalden toon aangeven in den loop der jaren. Horizontaal is de leeftijd uitgezet, verticaal het gehoorsverlies. (Fig. 38.)

Men ziet, dat het verschil het grootste is bij den 4096 H.-toon en wel vooral op den middelbaren leeftijd.

<sup>1)</sup> NUSSDORFFER, Atti clin. otol. Torino 1938, 43.



Blanken.

Negers.

Fig. 37. De gemiddelde audiogrammen — onderscheiden naar leeftijd en ras — van mannen en vrouwen met elkaar vergeleken. ——— mannen; ——— vrouwen.

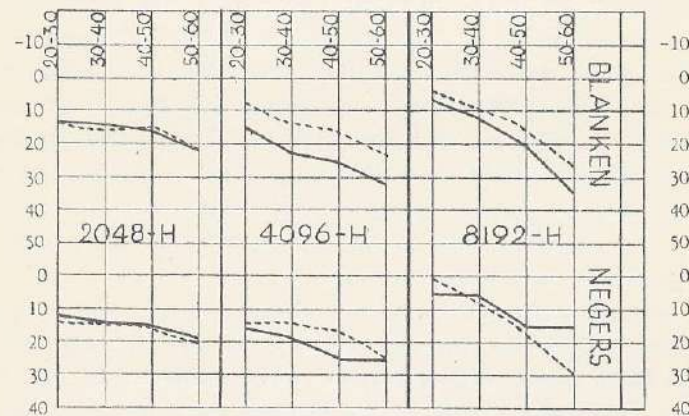


Fig. 38. ——— mannen; ——— vrouwen. Verklaring: zie tekst.

Ciocco <sup>1)</sup> publiceerde in 1932 een uitgebreide biometrische studie

<sup>1)</sup> A. CIOCCO, Observations on the hearing of 19.80 individuals: a biometric study. Laryngoscope 42 (1932) blz. 837.

met behulp van den audiometer. Ook hij vond een opmerkelijk verschil tusschen mannen en vrouwen, wat het voorkomen betrof van de 4096 H.-put. Dit verschil wordt weergegeven in de volgende tabel.

TABEL A.

Percentage 4096 H.-putten in verhouding tot het totale aantal gevallen.

| Leeftijd        | 0—19 | 20—29 | 30—39 | 40—49 | 50—59 | 60—69 |
|-----------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Aantal mannen   | 83   | 186   | 203   | 274   | 234   | 144   |
| „ vrouwen       | 64   | 138   | 173   | 148   | 135   | 65    |
| Percent. mannen | 8.4  | 12.4  | 21.2  | 16.8  | 13.2  | 7     |
| „ vrouwen       | 0    | 2.2   | 4.6   | 6.4   | 8.9   | 6.2   |

In de volgende tabel zijn alleen verwerkt die gevallen, waarbij het gehoorsverlies over 't algemeen klein, of tot een bepaald gebied beperkt was, waarbij dus de 4096 H.-put mogelijk was, dus b.v. niet die gevallen met een groot verlies voor hoge tonen. Dan is het verschil nog opmerkelijker.

TABEL B.

Percentage 4096 H.-putten bij de gevallen, waarbij deze put mogelijk is.

| Leeftijd        | 0—19 | 20—29 | 30—39 | 40—49 | 50—59 | 60—69 |
|-----------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Aantal mannen   | 67   | 136   | 112   | 126   | 60    | 17    |
| „ vrouwen       | 47   | 104   | 117   | 90    | 67    | 15    |
| Percent. mannen | 10.5 | 16.9  | 38.4  | 36.5  | 50.8  | 59    |
| „ vrouwen       | 0    | 2.9   | 6.7   | 10    | 17.9  | 26.6  |

Wat de bovenste gehoorsgrens betreft (opgenomen met het monochord van STRUYCKEN), werd dit verschil tusschen mannen en vrouwen niet gevonden. De gemiddelde leeftijd van beide groepen was praktisch dezelfde; het materiaal was dus goed vergelijkbaar. CIOCCO besluit: „Since BUNCH and RAIFORD published their observations, which our study confirms, no one has yet apparently sought the reason why the males show a loss of hearing at 4096 H. and above more frequently than the females. It may be a true sexual difference. But, on the other hand, although we have attempted to exclude all individuals whose occupational history was such as to give reason to suspect its influence of hearing, still it must be

remembered that the male patients who comprise our material are for the most part labourers whose several occupations may have exposed them in many instances to injurious noises; correspondingly the females are in general housewives and have led a more sheltered life."

Het reeds genoemde pathologisch-anatomisch onderzoek van CROWE c.s. bevestigt a.h.w. deze resultaten, daar toch, zooals wij reeds opmerkten, in de abrupt-discantdoove groep geen enkele vrouw voorkwam en deze groep gemiddeld 15 jaar jonger was dan de voornaamste geleidelijk-discantdoove groep (zie blz. 79).

In 1937 vestigde MINKIN<sup>1)</sup> in een speciaal artikel hierover de aandacht op de groote overeenkomst tusschen ouderdomsdooftheid en beroepsdooftheid door lawaai. Zij ziet echter ook enkele verschillen, en wel: bij ouderdomsdooftheid zou alleen de perceptie voor den c5-toon verminderd zijn; bij beroepsdooftheid zoowel die voor de c4 als de c5. Verder zou bij beroepsdooftheid de beengleiding iets meer afgenomen zijn. Deze verschillen zijn wel zeer miniem en voor zoover wij er over oordeelen kunnen, heeft het er veel van weg, dat het eenige verschil hierin bestaat, dat de gevallen van beroepsdooftheid wat verder gevorderd waren dan die van ouderdomsdooftheid.

#### Eigen onderzoek.

Wij konden slechts zes gevallen verzamelen, die geen andere diagnose toelieten dan ouderdomsdooftheid. Ze zijn alle zes van mannen afkomstig; de eerste van een rustig burger, de andere vijf van marine- of oud-marinemenschen, die dus zeker wel eenigszins een lawaai-anamnese hebben. Typisch is, dat de burger de eenige is met een audiogram van het zuivere geleidelijk-discantdoove type, maar een enkel geval is natuurlijk niet bewijzend.

No. 4 is een jonge man (Fig. 39) van slechts 31 jaar. Een bepaalde aetiologie voor zijn zuivere binnenoordooftheid is niet te vinden, maar zijn broer is ook doof. Vandaar dat wij meenden hier met een erfelijk verkregen dispositie voor geluidstraumata te doen te hebben. De curve toont een meer geleidelijke verslechtering van

het gehoor voor de hooge tonen. MINKIN<sup>1)</sup> o.a. achtte het een teeken van een minderwaardigen aanleg van het gehoororgaan, als

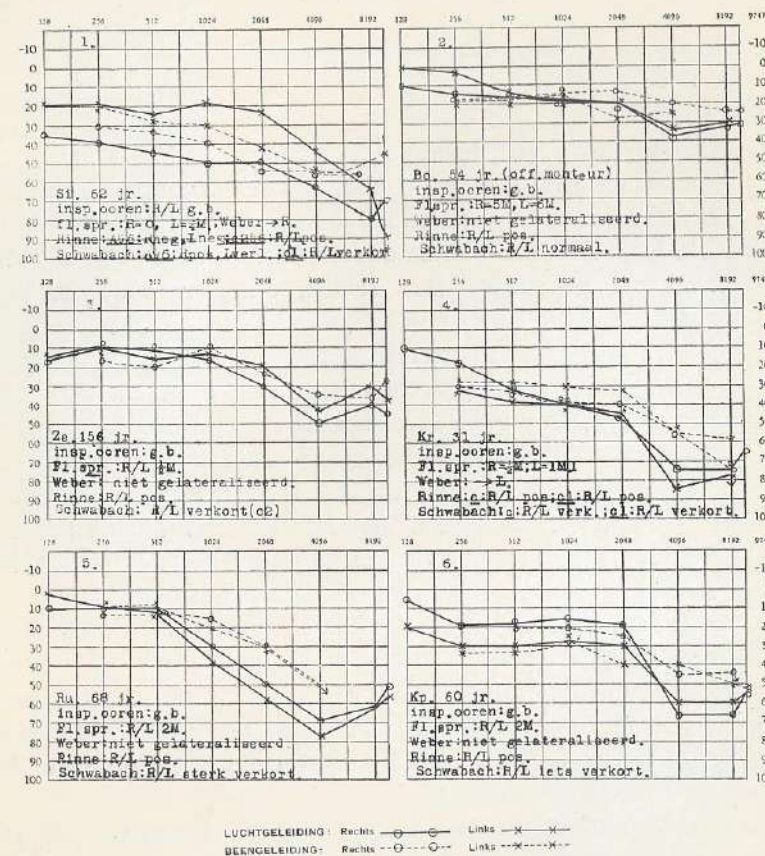


Fig. 39. Audiogrammen van ouderdomsdooftheden. De no's 1 en 4 hebben geen lawaai-anamnese, de andere, min of meer, wel.

dit onder invloed van lawaai niet alleen een vermindering van de gehoorsscherpte van c4 en c5 vertoonde, maar ook een meer geleidelijke daling der scherpte voor de hooge tonen. Blijkbaar hebben wij hier met zoo'n geval te doen.

<sup>1)</sup> H. MINKIN, Zur Frage der diff. Diagnostik zwischen den Veränderungen des Gehörs, die durch Lärm und die durch andere Ursachen bedingt sind, Zentralbl. H. N. O. 27 (1936) 450.

<sup>1)</sup> H. MINKIN, Zur Frage einer frühen Diagnostik durch Lärm verursachte Störungen des Gehörorgans, Zentr.bl. f. H. N. O. 28 (1937) 677.

## HOOFDSTUK VI.

### Samenvatting en conclusies.

#### Samenvatting.

1. Audiometrisch (de beginselen van de audiometrie en het gebruikte toestel worden in hoofdstuk I beschreven) werden plm. 190 personen onderzocht, meerendeels personeel van de Kon. Ned. Marine. Van de onderzochte beroepen zijn die van kanonnier en vlieger zeer zelden, dat van onderzeeboot-opvarende nooit op deze wijze onderzocht.
2. De resultaten der audiometrie stemmen op bevredigende wijze overeen met die van stemvorken- en fluisterspraakonderzoek.
3. De kanonniers, het personeel van den vliegdiens en van den onderzeedienst en enkele vertegenwoordigers van andere in veel lawaai uitgeoefende beroepen vertoonen een typisch audiogram. Dit audiogram verschilt op de volgende punten van het audiogram opgenomen van niet in lawaai gewerkt hebbende personen uit ongeveer dezelfde leeftijdsklasse.
  - a. Wat de luchtgeleiding betreft, brengt het audiogram vooral een typisch gehoorsscherpteverlies aan het licht in het gebied van den 4096 H.-toon. Het typische audiogram van het lawaaitrauma begint met deze inzinking, die zich bij verder gaande gevallen zoowel naar de lagere als de hogere tonen uitbreidt.
  - b. Ook opzettelijke verdooving met een lawaaitrommel of met een of meerdere niet te hooge zuivere tonen, geeft dezen put.
  - c. De beengleiding toont — audiometrisch opgenomen — in mindere mate hetzelfde beeld als de luchtgeleiding; alleen is er ook voor den 2048 H.-toon een afwijking vast te stellen.
  - d. De graad der afwijkingen blijkt bij verschillende personen onder dezelfde omstandigheden individueel te verschillen.
4. Den invloed van de beengleiding zijn wij geneigd in elk geval minder hoog aan te slaan dan WITTMACK c.s. dit deden.

In de eerste plaats zijn de dierexperimenten niet eensluidend in dit opzicht en ten tweede komt een laesie door geluid bij alle beroepen voor, onverschillig of de werkers al dan niet aan door beengleiding overgebrachte trillingen blootstaan.

5. Het onderzoek van CROWE, GUILD en POHLVOGT heeft het waarschijnlijk gemaakt, dat het anatomisch substraat van deze doofheid moet gezocht worden in een beschadiging der haarcellen ter plaatse waar de 4096 H.-toon gepercipieerd wordt (zie hoofdstuk III en IV).
6. Uit biometrische onderzoekingen is het waarschijnlijk geworden, dat deze „beroepsdoofheid” een belangrijke component vormt van de ouderdomsdoofheid.

#### Conclusies.

1. Kanonniers, vliegers en personeel van den onderzeedienst vertoonen in hun audiogrammen dezelfde afwijkingen als die beschreven zijn bij werkers in andere met veel lawaai gepaard gaande beroepen. Het typische van dit audiogram is dat het èn voor de luchtgeleiding èn voor de beengleiding een gehoorsverlies laat zien, dat den 4096 H.-toon als centrum heeft. Het doet er niet toe of het schadelijke lawaai bestaat uit een of meerdere korte inwerkingen (knallen) of meer continu is. Ook de frequentie van de samenstellende componenten doet niet terzake.
2. Het anatomisch substraat van deze beschadiging is waarschijnlijk een laesie van de haarcellen in de buurt van de plaats waar de 4096 H.-toon wordt gepercipieerd (7 tot 9 mm van het basale einde der cochlea).
3. Het geluidstrauma is waarschijnlijk een belangrijke component in de aetiologie van de z.g. ouderdomsdoofheid. Daarnaast bestaat er een genuine component.

#### Summary and Conclusions.

##### Summary.

1. About 190 persons, for the greater part the staff of the Dutch Navy, were audiometrically examined (the principles of audiometry and the apparatus used are described in chapter I). Of the professions examined those of gunner and airman have

been very rarely, those of the occupants of submarines never examined in this way.

2. The results of audiometry agree satisfactorily with those of examination by tuning-forks and whispering speech.
3. The gunners, the staff of the flying-service, and of the submarine service and a few representatives of other professions exercised in much noise, show a typical audiogram. This audiogram differs in the following points from the audiogram taken of persons not having worked in noise from about the same age-class.
  - a. As to the air-conduction, the audiogram especially brings to the light a typical loss of sharpness of hearing in the range of the 4096 H.-tone. The typical audiogram of the noise-trauma begins with this sinking which in cases going further both extends itself to the lower and the higher tones.
  - b. Also intentional deafening with a noisedrum or with one or more not too high pure tones gives this dip.
  - c. The bone-conduction shows — taken audiometrically — in a less degree the same image as the air-conduction; only, also for the 2048 H.-tone a deviation can be stated.
  - d. The degree of the deviations appears to differ individually with various persons under the same circumstances.
4. At any rate we are inclined to set less value on the influence of the bone-conduction than WITTMACK, a.o. did. Firstly the animal-experiments are not uniform in this respect, and secondly a lesion through sound occurs in all professions, whether the workers are exposed to vibrations transferred by bone-conduction or not.
5. The examination of CROWE, GUILD and POHLVOGT has made it probable that the anatomical substratum of this deafness must be sought in a damage of the haircells on the spot where the 4096 H.-tone is perceived (cf. chapter III and IV).
6. From biometrical research it has become likely that this "professional deafness" forms an important component of the deafness of old age.

### Conclusions.

1. Gunners, airmen and the staff of the submarine service show in their audiograms the same deviations as those which have been described in workers in other professions, attended with much noise. The typical thing of this audiogram is that it shows both for the air-conduction and for the bone-conduction a loss of hearing which has the 4096 H.-tone as a centre. It does not matter, whether the hurting noise consisted of one or more short actions (bangs) or was more continued. The frequency of the component parts does not matter either.
2. The anatomical substratum of this damage is probably a lesion of the haircells in the vicinity of the place where the 4096 H.-tone is perceived (7 to 9 mm from the basal end of the cochlea).
3. The soundtrauma is probably an important component in the aetiology of the so-called deafness of old age. Next to that there exists a genuine component.

### Zusammenfassung und Schlüsse.

#### Zusammenfassung:

1. Audiometrisch (die Prinzipien der Audiometrie und der benutzte Apparat werden im Kapitel I beschrieben) wurden etwa 190 Personen untersucht, meistens Personal der niederländischen Marine. Von den untersuchten Berufen sind Kanoniere und Flugzeugpersonal sehr selten, derjenige vom U-Boot-Personal niemals in dieser Weise untersucht worden.
2. Die Resultate der Audiometrie stimmen in befriedigender Weise mit denjenigen der Stimmgabel- und Flüsterspracheuntersuchung überein.
3. Die Kanoniere, das Flugzeug- und U-Boot-Personal und einige Vertreter anderer, in vielem Lärm ausgeübter Berufe weisen ein charakteristisches Audiogramm auf. Dieses Audiogramm weicht in den folgenden Punkten von dem Audiogramm ab, das von Personen aus ungefähr derselben Altersklasse aufgenommen wurde, die nicht im Lärm gearbeitet hatten.
  - a. Was die Luftleitung betrifft, bringt das Audiogramm

namentlich einen typischen Gehörschärfeverlust im Gebiet des 4096 Hertz-Tones an den Tag. Das typische Audiogramm des Lärmtraumas beginnt mit dieser Einsenkung, die sich bei weitergehenden Fällen sowohl nach den niedrigen als den höheren Tönen ausbreitet.

- b. Auch absichtliches Taubmachen mit einer Lärmtrommel oder mit einem oder mehreren nicht zu hohen Tönen ergibt diese Vertiefung.
  - c. Die Knochenleitung weist — audiometrisch aufgenommen — in geringerem Masse dasselbe Bild wie die Luftleitung auf; allein ist auch für den 2048 Hertz-Ton eine Abweichung festzustellen.
  - d. Es zeigt sich, dass der Grad der Abweichungen bei verschiedenen Personen unter denselben Verhältnissen individuell variiert.
4. Den Einfluss der Knochenleitung möchten wir jedenfalls weniger hoch veranschlagen als WITTMACK c.s. dies taten. An erster Stelle sind die Tierexperimente in dieser Hinsicht nicht einheitlich und zweitens kommt eine Beschädigung durch Geräusch bei allen Berufen vor, einerlei, ob die Arbeitenden durch Knochenleitung übertragenen Vibrationen ausgesetzt sind oder nicht.
  5. Die Untersuchung CROWES, GUILDS und POHLVOGTS hat es wahrscheinlich gemacht, dass das anatomische Substrat dieser Taubheit in einer Beschädigung der Haarzellen an der Stelle gesucht werden muss, wo der 4096 Hertz-Ton perzipiert wird (siehe die Kapitel III und IV).
  6. Aus biometrischen Untersuchungen ist es wahrscheinlich geworden, dass diese „Berufstaubheit“ eine wichtige Komponente der Alterstaubheit darstellt.

#### *Schlüsse.*

1. Kanoniere, Flugzeug- und U-Boot-Personal zeigen in ihren Audiogrammen dieselben Abweichungen, wie diejenigen, die bei Arbeitern in anderen Berufen, die mit viel Lärm verbunden sind, beschrieben wurden. Das Charakteristische dieses Audiogrammes ist, dass es sowohl für die Luft- als für die Knochen-

leitung einen Hörverlust zeigt, der den 4096 Hertz-Ton als Zentrum hat. Es ist einerlei, ob der schädigende Lärm aus einer oder mehreren kurzen Einwirkungen (Knallen) bestand, oder mehr ununterbrochen war. Auch die Frequenz der zusammensetzenden Komponenten hat keinen Einfluss.

2. Das anatomische Substrat dieser Beschädigung ist wahrscheinlich eine Läsion der Haarzellen in der Gegend der Stelle, wo der 4096 Hertz-Ton perzipiert wird. (7—9 mm vom basalen Ende der Cochlea).
3. Das Schalltrauma ist wahrscheinlich eine wichtige Komponente in der Ätiologie der sog. Alterstaubheit. Daneben gibt es eine genuine Komponente.

## BIJLAGE I.

Vergelijking van de audiometrie met andere methoden  
van onderzoek.

## I. Stemvork-onderzoek en audiometrie.

38 ooren werden op deze wijzen onderzocht. De stemvorkenreeks bestond uit de kwantitatieve stemvorken volgens STRUYCKEN van de toonhoogte c2, c3 en c4 en uit de klankstaven van de toonhoogte c5 en c6.

19 ooren waren audiometrisch normaal. De gemiddelde gehoorde trillingstijden voor deze ooren waren:

TABEL A.

|               |                          |          |              |                 |
|---------------|--------------------------|----------|--------------|-----------------|
| c2 stemvork   | gemidd. uittrillingstijd | 71 sec.  | gemidd. afw. | 7.6 sec. (11 %) |
| c3 stemvork   | gemidd. uittrillingstijd | 105 sec. | gemidd. afw. | 9.8 sec. ( 9 %) |
| c4 stemvork   | gemidd. uittrillingstijd | 68 sec.  | gemidd. afw. | 5.3 sec. ( 8 %) |
| c5 klankstaaf | gemidd. uittrillingstijd | 49 sec.  | gemidd. afw. | 3.4 sec. ( 7 %) |
| c6 klankstaaf | gemidd. uittrillingstijd | 18 sec.  | gemidd. afw. | 2.3 sec. (13 %) |

Uit Tabel A blijkt dat bij personen, die audiometrisch geen afwijkingen vertoonen, een bevredigende correlatie bestaat tusschen het audiometrisch onderzoek en het onderzoek met stemvorken. De gemiddelde afwijking beweegt zich, voor physiologische gegevens althans, binnen redelijke grenzen <sup>1)</sup>.

19 ooren vertoonden audiometrisch voor een grooter of kleiner gebied een verminderde gehoorsscherpte. Voor iederen toon (dus c2, c3, c4 of c5, of c6) werden de uitkomsten van het audiometrisch onderzoek gegroepeerd in db.'s gehoorverlies. Van deze zelfde groepen werd dan ook berekend de gemiddelde gehoorde uittrillingstijd van de stemvork; deze waarde werd ook berekend in procenten van den gemiddelden normalen uittrillingstijd (verkregen uit de vorige tabel).

Ieder getal is een gemiddelde van minstens drie waarnemingen. Waren er minder dan drie waarnemingen, dan werd het vakje blanco gelaten. Uit deze tabel blijkt, dat kleine verliezen, gecon-

<sup>1)</sup> J. A. KEEN, l.c. (blz. 22).

stateerd met den audiometer, overeenkomen met geringe verkorting in den gehoorde uittrillingstijd; matige verliezen met matige

TABEL B.

| Decibels gehoorsverlies. | Gehoorde uittrillingstijden. |                   |                  |                  |                 |
|--------------------------|------------------------------|-------------------|------------------|------------------|-----------------|
|                          | c2.                          | c3.               | c4.              | c5.              | c6.             |
| 0—10 db.<br>(normaal)    | 68½ sec.<br>100 %            | 101 sec.<br>100 % | 70 sec.<br>100 % | 49 sec.<br>100 % | 16 sec.<br>90 % |
| 10—20 db.                | 53½ sec.<br>75 %             | 73 sec.<br>70 %   | 46½ sec.<br>70 % | 38 sec.<br>78 %  | —<br>—          |
| 20—30 db.                | 41½ sec.<br>60 %             | 62 sec.<br>60 %   | 37½ sec.<br>55 % | —<br>—           | 16 sec.<br>90 % |
| 30—40 db.                | 37½ sec.<br>50 %             | —<br>—            | —<br>—           | —<br>—           | —<br>—          |
| 40—50 db.                | —<br>—                       | —<br>—            | —<br>—           | 19 sec.<br>40 %  | 9½ sec.<br>50 % |
| 50—60 db.                | —<br>—                       | —<br>—            | 9½ sec.<br>15 %  | 18½ sec.<br>40 % | 8½ sec.<br>45 % |
| 60—70 db.                | —<br>—                       | —<br>—            | —<br>—           | 18 sec.<br>37 %  | —<br>—          |
| 70—80 db.                | —<br>—                       | —<br>—            | —<br>—           | 16 sec.<br>33 %  | —<br>—          |

verkorting enz. Ook komen er in de lijst der percentages geen inversies voor. Dit is voor ons doel voldoende. Kwalitatief zijn stemvorken en audiometeronderzoek met elkaar te vergelijken.

## II. Fluisterspraakonderzoek en audiometrie.

Het onderzoek op de polikliniek gebeurde steeds zóó, dat de K.N.O.-specialist, Dr. VAN WAVEREN, de patienten volledig otologisch onderzocht, dus ook het gehoor voor fluisterspraak opnam en ze dan, als er aanleiding voor was, naar den schrijver doorstuurde voor audiometrisch onderzoek. Later werden dan de poli-

klinische gegevens uit het archief overgenomen. Op deze wijze werd een objectief onderzoek gewaarborgd, want een eventueel onbewust veranderen van de spreekintensiteit om de resultaten met elkaar in overeenstemming te brengen werd hierdoor uitgesloten. De conversatie-spraak werd buiten beschouwing gelaten, omdat de intensiteit hiervan veel meer wisselt als van de fluisterspraak (fluistert men steeds op dezelfde wijze, b.v. met de longen haast in expiratie-stand, dan is de intensiteit tamelijk constant).

70 Ooren werden zoo onderzocht. Het resultaat is samengebracht in de tabellen C en D. Evenals in tabel A zijn ook hier weer de uitkomsten van de audiometrie samen gegroepeerd in tientallen decibels gehoorsverlies. Dit gehoorsverlies werd berekend uit het gemiddelde verlies in het bas-gebied (c1, c2 en c3) het middengebied (c2, c3 en c4) en het hoge gebied, waar componenten van de spraak voorkomen (c4, c5 en c6) en ten laatste van dit geheele-gebied (c1, c2, c3, c4, c5 en c6). Het cijfer in de bas-kolom ( $5\frac{3}{4}$  meter) werd zoo verkregen; er waren 12 ooren met een gemiddeld gehoorsverlies (audiometrisch bepaald) aan den bas-kant (c1, c2 en c3) tusschen 0 en 10 db. Deze 12 ooren hadden een fluisterspraakgehoor van resp.  $5\frac{1}{2}$ , 6, 7, 6, 6, 5, 6,  $4\frac{1}{2}$ , 6, 6, 6,  $5\frac{1}{2}$  meter, gemiddeld  $5\frac{3}{4}$  meter: het cijfer in de eerste kolom.

TABEL C.

| Gehoorsverlies<br>in db.'s (audio-<br>metrisch. | c1, c2, c3<br>meters fl.<br>spraak | c2, c3, c4<br>meters fl.<br>spraak | c4, c5, c6<br>meters fl.<br>spraak | c1 tot c6<br>meters fl.<br>spraak |
|-------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| 0—10                                            | $5\frac{3}{4}$                     | $5\frac{1}{2}$                     | $5\frac{3}{4}$                     | $5\frac{1}{2}$                    |
| 10—20                                           | $4\frac{3}{4}$                     | 5                                  | 6                                  | $6\frac{1}{2}$                    |
| 20—30                                           | $2\frac{1}{4}$                     | $4\frac{1}{2}$                     | 5                                  | 4                                 |
| 30—40                                           | 2.15                               | 1.8                                | 3.2                                | 2.2                               |
| 40—50                                           | 0.3                                | 0.8                                | 1.5                                | 0.8                               |
| 50—60                                           | 0.5                                | 0.7                                | 1.1                                | 0.8                               |
| 60—70                                           | 1.1                                | 0.4                                | 0.8                                | 0.5                               |
| 70—80                                           | —                                  | 0                                  | 0                                  | 0                                 |

Men ziet, dat over het algemeen voor alle gebieden er een redelijke overeenstemming bestaat tusschen het fluisterspraak- en audiometrisch onderzoek. Het bas-gebied maakt hierop bij de grootere gehoorsverliezen (50—70 db.) een uitzondering <sup>1)</sup>, zoodat aangenomen mag worden dat dit gebied minder geschikt is om met de fluisterspraak te worden onderzocht. De overeenstemming van midden-, en hooge toongebied met het audiometrisch onderzoek is verrassend goed.

Voor ons is juist van belang te weten, welke waarde het fluisterspraakonderzoek heeft bij discantdoofheid, omdat gebleken is dat deze soort doofheid bij de door ons besproken beroepsdoofheid regelmatig voorkomt. Om dit na te gaan, werden drie groepen samengesteld; een groep basdooven (waarvan de gemiddelde gehoorsdrempel van c1, c2 en c3 minstens 15 db. beneden het gemiddelde niveau van c4, c5 en c6 lag), een groep discantdooven (waarvan het gehoorsniveau der discantzijde minstens 20 db. onder dat der baszijde lag) en een groep dooven met gelijkmatige curve (d.w.z. de gehoorsdrempel van de tonen onderling verschilden minder dan 10 db.). De verkregen uitkomsten werden op dezelfde wijze bewerkt als in de vorige tabel.

Van de bas- en discantdooven werd de correlatie nagegaan van lage, midden en hooge tonen met de fluisterspraak; van de gelijkmatigdooven natuurlijk alleen de correlatie van fluisterspraak met het geheele-gebied van c1 tot c6.

De cijfers van de gelijkmatig-dooove groep moeten natuurlijk als norm aanvaard worden. In werkelijkheid wijst de baskant der basdooven en de discantzijde van de discantdooven te goede resultaten van het algemeene fluisterspraakonderzoek aan. Immers, kan het gehoorsverlies van den baskant gecompenseerd worden door het behouden gebleven gehoor in het midden- en discantgebied. Bij gehoorsverlies aan de discantzijde is ook compensatie mogelijk, nu door het midden- en basgedeelte. De resultaten zijn niet erg overzichtelijk. Wil men toch een conclusie trekken dan is het deze: dat wat wij onder de discantzijde van het toonbereik verstaan, meer invloed heeft dan de baskant. B.v. in de rubriek 30—40 db.

<sup>1)</sup> Zie blz. 33 overzicht resultaten kanonniersonderzoek v. v. WAVEREN.

gehoorsverlies van tabel D staat voor overeenkomstige fluisterspraak aangegeven aan den baskant basdooven: 6 M. aan de discantzijde der discantdooven 4 M. Het discant-gebied heeft dus meer invloed. Discantdoofheid is dus met fluisterspraak wel zoo onge-

TABEL D.

| Verlies<br>in decib. | Basdooven.             |       |            | Gelijkmatig-<br>dooven.     | Discantdooven.         |       |            |
|----------------------|------------------------|-------|------------|-----------------------------|------------------------|-------|------------|
|                      | Meters fluisterspraak. |       |            | Meters fluister-<br>spraak. | Meters fluisterspraak. |       |            |
|                      | c1, c2, c3             | c2—c4 | c4, c5, c6 | c1 tot c6                   | c1, c2, c3             | c2—c4 | c4, c5, c6 |
| 0—10                 | —                      | —     | —          | 5½                          | —                      | —     | —          |
| 10—20                | —                      | —     | 5½         | 6½                          | 3                      | 3½    | —          |
| 20—30                | —                      | 5     | —          | 4                           | 2                      | 3     | —          |
| 30—40                | 6                      | —     | —          | 1.7                         | 0.6                    | 2     | 4          |
| 40—50                | —                      | 2     | 2          | 0.7                         | 0                      | ¾     | 3½         |
| 50—60                | 2                      | 2     | —          | —                           | —                      | ½     | 3½         |
| 60—70                | —                      | —     | —          | 0.5                         | —                      | —     | 1          |

veer te meten, maar toch moet men zich realiseeren, dat men relatief te goede resultaten verkrijgt, vergeleken met audiogram- en stemvorkonderzoek. Dit klemte te meer, als men bedenkt, dat de discantdooven, die voor dit onderzoek werden uitgekozen (allen afkomstig van de polikliniek), meestal een geleidelijke daling van het audiogram naar de hooge tonen te zien gaven; de middentonen zijn dus meest ook aangetast en doen eveneens hun invloed gelden. Bij de discantdoofheid van ons soort beroepsdoofheid is de daling van het audiogram echter abrupt, zijn de middentonen niet aangedaan en compenseeren waarschijnlijk door hun groote beteekenis voor het spraakgehoor de doofheid voor de hooge tonen. Bij belangrijke discantdoofheid zal men dus wel een vermindering van het gehoor voor fluisterspraak waarnemen, maar de afwijking, die het audiogram vertoont, zal grooter zijn. Eigenlijk hadden wij een fluisterspraakonderzoek bij proefpersonen met een abrupt gehoorsverlies moeten instellen (zooals bij ons soort beroepsdooven), maar hiertoe heeft ons de gelegenheid ontbroken.

Ter vergelijking geven wij hier de cijfers van FLETCHER, die

evenmin als wij de hooge en lage spraakklanken afzonderlijk onderzocht.

## Verlies in db.

10 db.  
20 db.  
30 db.  
40 db.  
50 db.

## Gehoorde fluisterspraak op:

4,2 mtr.  
1,3 mtr.  
0,4 mtr.  
0,15 mtr.  
0,04 mtr.

## BIJLAGE II.

### Uitschakelingsproef.

Is het eene oor veel doover dan het andere dan is het noodig bij het onderzoek van het doove oor het gezonde uit te schakelen om overhooren te voorkomen.

Wij deden dit door tijdens het onderzoek het goede oor te verdooven met een lawaaitrommel van BARÁNY. Om een indruk te verkrijgen van het effect hiervan namen wij de volgende proef: Van 8 personen met gezonde ooren werd voor en tijdens het afloopen van den lawaaitrommel van het andere oor een audiogram opgenomen. Het resultaat vindt U in tabel E.

TABEL E.

Verschil in db. tusschen gehoor zonder en met lawaaitrommel van BARÁNY in het andere oor.

Frequentie in trillingen per seconde.

|                | 128 | 256 | 512 | 1024 | 2048 | 4096 | 8192 | 9747 |
|----------------|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|
| Luchtgeleiding | 18  | 17  | 23  | 20   | 21   | 19   | 17   | 15   |
| Beengeleiding  | —   | 13  | 15  | 17   | 21   | 20   | 22   | 19   |

Het niet verdoofde oor wordt dus gemiddeld 20 db. gemaskeerd door het lawaai, in het andere oor veroorzaakt. Het gehoorsniveau van het wél verdoofde oor (dus het oor, dat men verdooft als men het slechtere oor wil onderzoeken) zal dus nog veel meer verlaagd zijn <sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> QUIX verrichtte eenzelfde onderzoek voor de fluisterspraak. (Zie blz. 26).

## STELLINGEN

### I.

Bij oogletsels door mosterdgasvergiftiging verdient het aanbeveling, aanzienlijke doses acidum ascorbinicum toe te voeren.

### II.

De fovea centralis retinae is niet vaatloos.

### III.

Het röntgenonderzoek naar longtuberculose bij miliciens der K.M. dient te geschieden door middel van schermbeeldfoto's in meerdere richtingen.

### IV.

De opvatting van BREMER dat bij duiven, waarbij eenzijdig de lobus anterior cerebelli is verwijderd, de steuntonus aan den homolateralen kant is verminderd, behoeft nadere experimenteele bevestiging.

Cf. Traité de physiologie normale et pathol., Tome X, 72—78.

### V.

Bij de behandeling der acute laryngo-tracheo-bronchitis van kinderen dient meer aandacht besteed te worden aan de directe laryngoscopie.

### VI.

De luchtverdunning, veroorzaakt door afsluiting der tuba EUSTACHII is niet de voornaamste oorzaak der hardhoorendheid bij tubaircatarrh.

## VII.

Er is geen reden om de tropische syphilis als afzonderlijken vorm der syphilis te handhaven.

## VIII.

Dat ascaridiasis de oorzaak kan zijn van röntgenologisch vastgestelde vluchtige longinfiltraten, wordt in 't algemeen onderschat.

## IX.

Door de voedingsvoorschriften, in 1875 door van LEENT gegeven, was de vloot der Ned. Marine een der eerste ter wereld, waarop rationeele maatregelen tegen de beri-beri werden genomen.

## X.

De persoonlijkheidsstructuur van KIERKEGAARD komt in vele opzichten overeen met die van PASCAL.