

SLECHTHOORENDE CHAUFFEURS

**EXPERIMENTEEL ONDERZOEK NAAR DE EISCHEN TE
STELLEN AAN HET GEHOOR VAN BESTUURDERS VAN
MOTORVOERTUIGEN**

DOOR

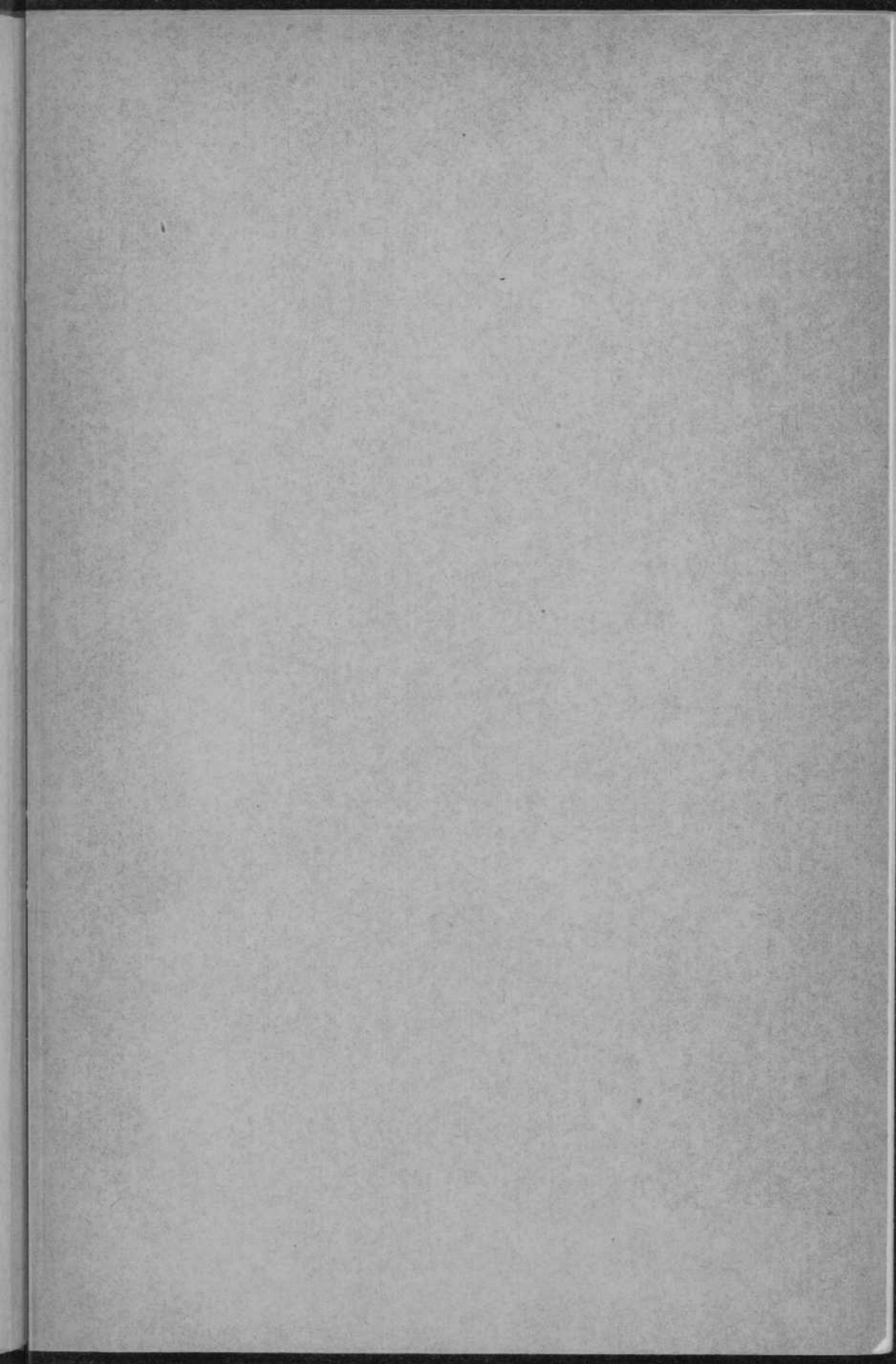
Dr P. WEERSMA

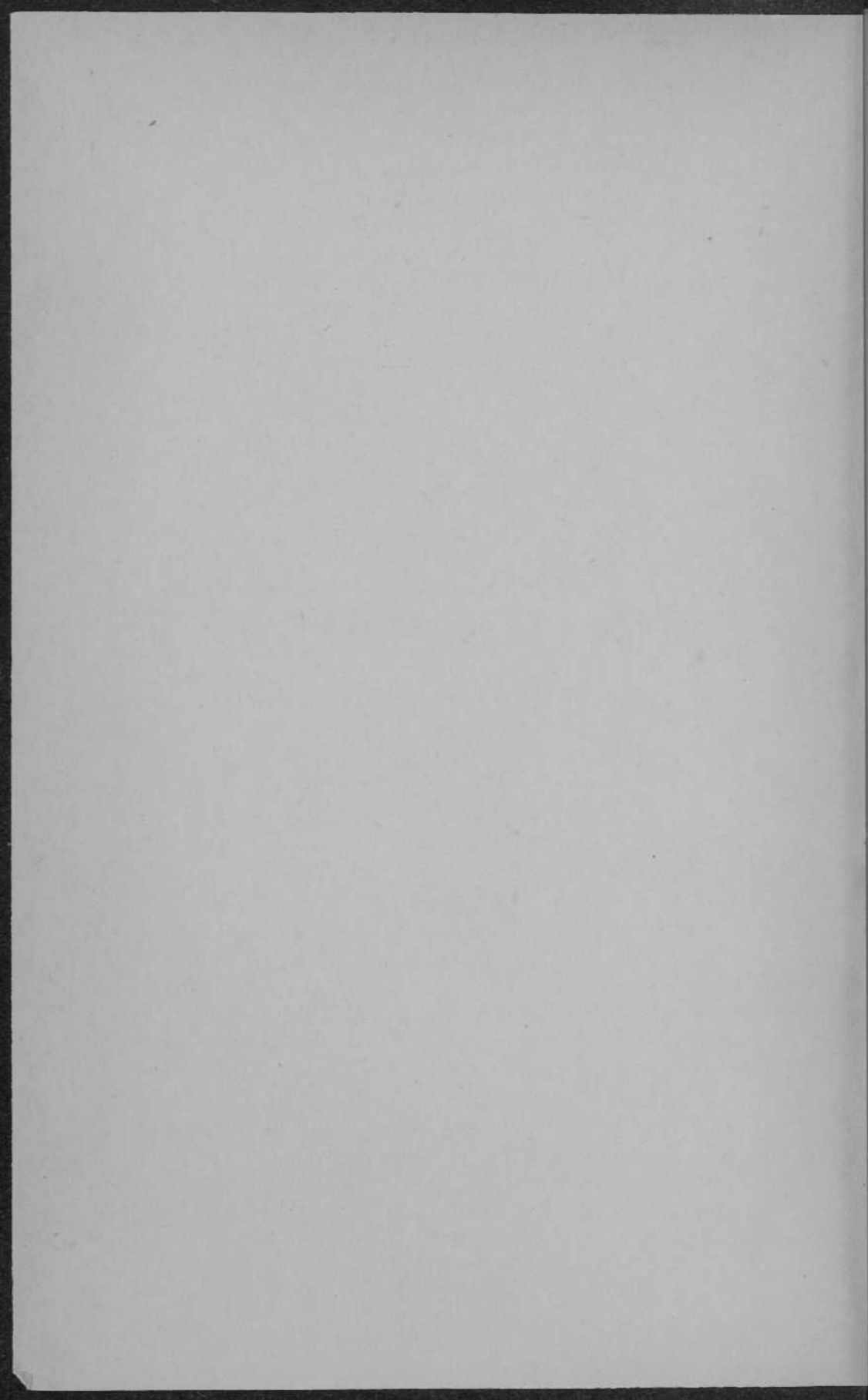
J. B. WOLTERS – GRONINGEN, BATAVIA

KONINKLIJKE BIBLIOTHEEK



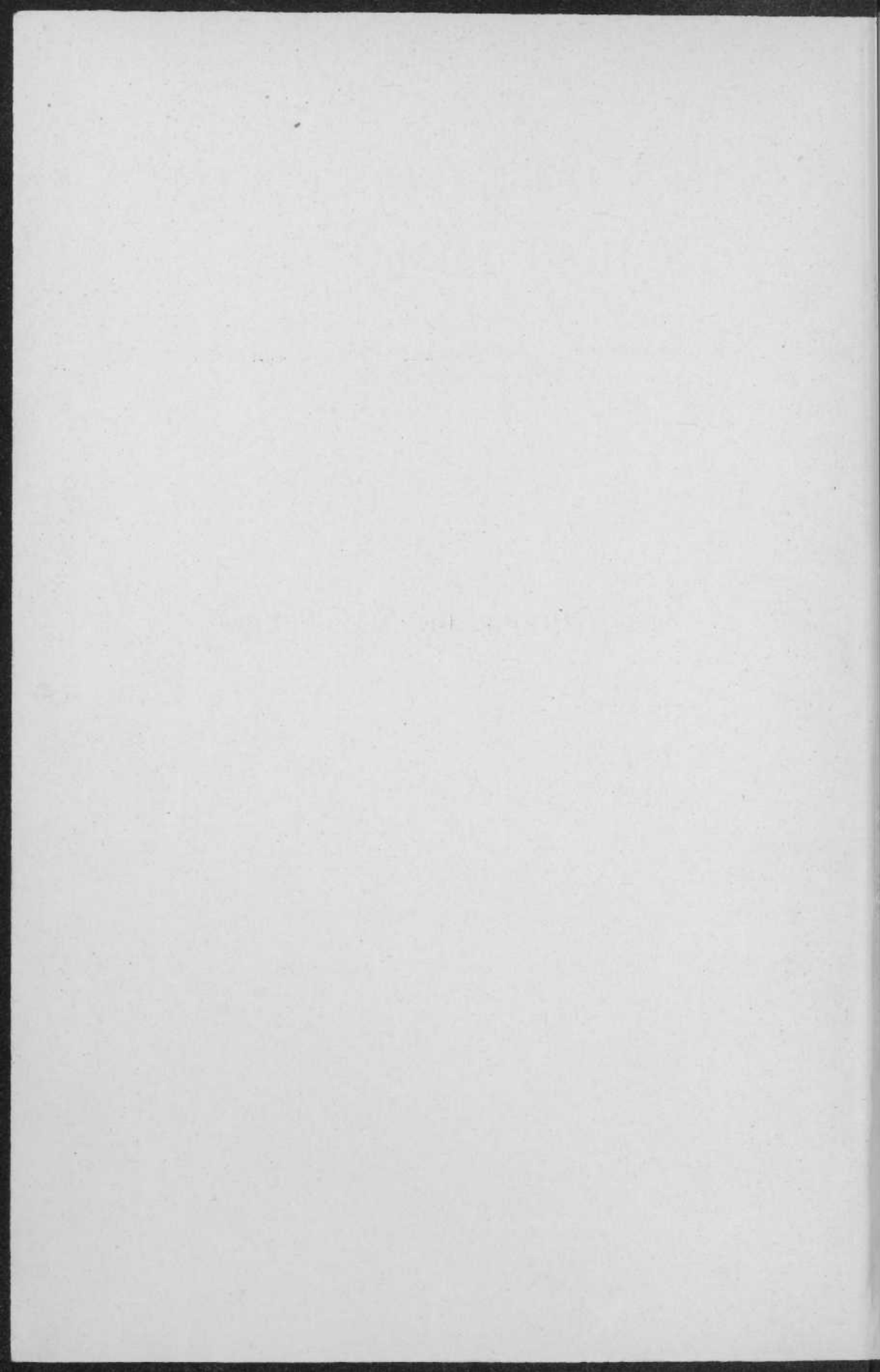
0559 5696





960 A22

SLECHTHOORENDE CHAUFFEURS



3990.

SLECHTHOORENDE CHAUFFEURS

EXPERIMENTEEL ONDERZOEK NAAR DE EISCHEN TE
STELLEN AAN HET GEHOOR VAN BESTUURDERS VAN
MOTORVOERTUIGEN .

DOOR

Dr P. WEERSMA

f 3.25

BIJ J. B. WOLTERS' UITGEVERS-MAATSCHAPPIJ N.V.
GRONINGEN — BATAVIA — 1939

„Indien wij nu van het Gezigt tot het Gehoor overgaan om te zien, hoe weinig nog der Onderzoekeren arbeid gevorderd heeft, om tot de ware maniere, op welke het laatste geschiet, door te dringen; sal het alleen nodig zijn deze eerste woorden van den soo beroemden Anatomist du Verney, in de voorreden van zijn bij ijder gepresen schrift over de werk-tuigen van het Gehoor, na te zien: onder alle de werktuigen, welke de Dieren tot hare diensten gebruiken, zijn allermint bekend die van de uiterlijke zinnen; dog geen van allen nogtans is met soo veel duisterheit omringt, als het werktuig des Gehoors, 't geen ook na desen van Valsalva erkent wert. Men behoeft dan niet te denken, dat men de Wijsheit des aanbiddelijken Makers of geheel, of selfs soo verre als omtrent het gesigt geschiet is, hier sal kunnen voorstellen. Dit sal nog een aangename besigheid wesen voor de volgende eeuwen; wanneer het den grooten Schepper sal gelieven, dit raadsel voor haar te ontvouwen en haare naspeuringen, na meer ontdekkingen omtrent Gehoor, Geluyd en Muzijk-Instrumenten, verder te segenen.”

B. NIEUWENTIJT.

„Regt gebruik der Wereltbeschouwingen!”

Anno 1727.



INLEIDING.

Onder de vraagstukken, die de oorheelkunde met behulp van de moderne middelen der acustische techniek tracht op te lossen, behoort de juiste beoordeeling van de gehoorsfunctie, in verband met een aantal beroepen. Men kan thans in verschillende gevallen niet meer volstaan met het bepalen van het gehoor volgens de klassieke methoden, waarbij, zooals in de meeste keuringsreglementen geschiedt, door het aangeven van het aantal meters, waarop door den onderzochte de fluisterspraak gehoord moet worden, de al of niet geschiktheid om een bepaald beroep uit te oefenen, wordt vastgesteld. Voor elk beroep dient daarentegen het gehoor in samenhang met andere, voor dat beroep specifieke factoren, beoordeeld te worden.

Een wel zeer brandend vraagstuk is ongetwijfeld het probleem, aan welke eischen bestuurders van motorrijtuigen moeten voldoen.

Immers het hedendaagsche verkeer op de weg eischt een steeds hoogere tol aan slachtoffers van verkeersongelukken als gevolg van het toenemende aantal weggebruikers, de uitbreiding van het getal der motorvoertuigen en de opvoering van de rijsnelheden daarvan. Een krachtig ingrijpen van den wetgever, tot uiting komend in een groot aantal regelingen en verordeningen, is noodig geworden, ten einde paal en perk te stellen aan deze eindelooze ongevallenreeks; naast voorschriften, die het verkeer op de weg regelen, zijn daarbij tevens zulke gegeven waaraan de vervoermiddelen hebben te voldoen, maar ook, en zeker niet in de laatste plaats, moet aandacht geschonken worden aan de geschiktheid en rijvaardigheid van hen, die de voertuigen besturen, in het vervolg kortweg als „chauffeurs” aangeduid.

Is het echter in zekere zin een eenvoudige zaak wettelijke regelingen te treffen aangaande de voertuigen zelve, algemeene voorschriften, waaraan de chauffeurs hebben te voldoen, zijn niet zoo eenvoudig te geven. Immers de eigenschappen, die iemand tot een goed chauffeur stempelen, zijn niet zonder meer

te definieeren, de eischen waaraan men heeft te voldoen zijn derhalve ook niet gemakkelijk te bepalen. Hoe men echter ook over dit vraagstuk zal mogen denken, een redelijke eisch, waaraan ieder chauffeur heeft te voldoen, zal ongetwijfeld zijn, dat hij bij een proefneming bewijst, dat hij voldoende rijvaardigheid bezit en voorts, dat hij een lichamelijk en geestelijk normaal individu is, zoodat redelijkerwijze mag worden aangenomen, dat de bij éénmalige proefneming afgelegde bewijzen van bekwaamheid niet plotseling of langzamerhand door optredende lichamelijke of geestelijke stoornissen worden teniet gedaan.

Onze wet eischt dan ook niet alleen, dat voor het verkrijgen van een rijbewijs een rijvaardigheidsproef wordt afgelegd, maar tevens wordt verlangd een geneeskundige verklaring, waaruit blijkt, dat de aanvrager van het rijbewijs geestelijk en lichamelijk in staat is een motorrijtuig naar behooren te besturen.

Daar de rijvaardigheidsproef niet wordt afgenomen, wanneer deze geneeskundige verklaring niet kan worden overgelegd, wordt de beslissing over het al of niet chauffeeeren in eerste instantie aan den keurenden medicus gelaten, die zich in zijn besluiten niet door een keuringsreglement kan laten leiden, aangezien in onze wet niet nader is omschreven, welke de ziels- en lichaamsgebreken zijn, die iemand beletten een goed chauffeur te zijn.

In het meerendeel der gevallen zal de beslissing eenvoudig zijn, maar groote moeilijkheden leveren die gevallen op, waarin de arts weliswaar gedeeltelijke invaliditeit aantreft, de beoordeeling van de vraag in hoeverre de persoon in kwestie zich aan zijn gebrek heeft weten aan te passen echter een zeer netelige zaak blijkt. Bij iedere beslissing in deze gevallen zal men rekening moeten houden eenerzijds met het algemeen belang, anderzijds met de gevoelens van tegemoetkoming, die ieder weldenkend mensch en zeker de arts ten opzichte van invaliden koestert, te meer waar veelal beroeps- en daardoor gezinsbelangen mede een rol spelen.

Dit dilemma, waarvoor de keurende arts geplaatst kan worden, doet zich zeker voor in die gevallen, waarin een slechthoorende de wensch kenbaar maakt als chauffeur op te treden. In hoeverre is een hardhoorende lijdende aan een lichaams- of zielsgebrek, dat een beletsel is tot het behoorlijk besturen van

een motorrijtuig? De moeilijkheid, een bevredigende oplossing voor dit vraagstuk te geven, komt duidelijk tot uiting in de literatuur. Zoowel in medische vakbladen als in tijdschriften van automobilisme, organen van doovenverenigingen en couranten zijn artikelen verschenen, die dit onderwerp behandelen en waarin de meest uiteenlopende meeningen, wisselend al naar de aard en instelling van den schrijver, werden verkondigd; vanaf het standpunt, dat ruim baan wenscht voor alle dooven tot doofstommen toe, tot het meest conservatieve, dat strenge voorschriften voor hardhoorenden eischt, kan men alle overgangen vertegenwoordigd vinden.

Wat in haast ieder betoog over dit vraagstuk gemist wordt, is voldoende overtuigingsmateriaal berustend op experimenteel onderzoek bij dooven verricht. Het is daarom, dat in dit proefschrift getracht is langs experimenteele weg een aannemelijke maatstaf te vinden, volgens welke hardhoorenden gekeurd kunnen worden, zonder dat daarbij het algemeen belang, dus de veiligheid op de weg, geschaad wordt en toch geen onrechtvaardigheden worden gepleegd tegenover medemenschen, die door hun gebrek reeds zoo moeilijk in het leven zijn geplaatst.

Daartoe werd de vraag onder de oogen gezien, welke geluiden een chauffeur dient te kunnen waarnemen en tevens welke geluiden hem eventueel in de waarneming van verkeerssignalen hinderen. Aard en sterkte dezer geluiden werden zooveel doenlijk met moderne meetinstrumenten bepaald, om daarna in het laboratorium zoo goed mogelijk gereproduceerd te kunnen worden, waarna dooven van verschillend type hiermede werden onderzocht.

Nadat in Hoofdstuk I eenige algemeene beschouwingen over het vraagstuk van de keuring der chauffeurs zijn gegeven, en op de moeilijkheden, die daarbij kunnen optreden, de nadruk is gelegd, wordt in Hoofdstuk II meer speciaal ingegaan op de eischen, die in literatuur en wetgeving aan hardhoorende chauffeurs gesteld worden.

Hoofdstuk III behandelt de proefopstelling, zooals deze ter benadering van het probleem is gebruikt, benevens een inleiding in de moderne geluidssterktemeting, waarvan in dit proefschrift in ruime mate gebruik gemaakt is.

In Hoofdstuk IV worden verdere vraagstukken betreffende het onderwerp, zooals een vergelijking tusschen het hooren van

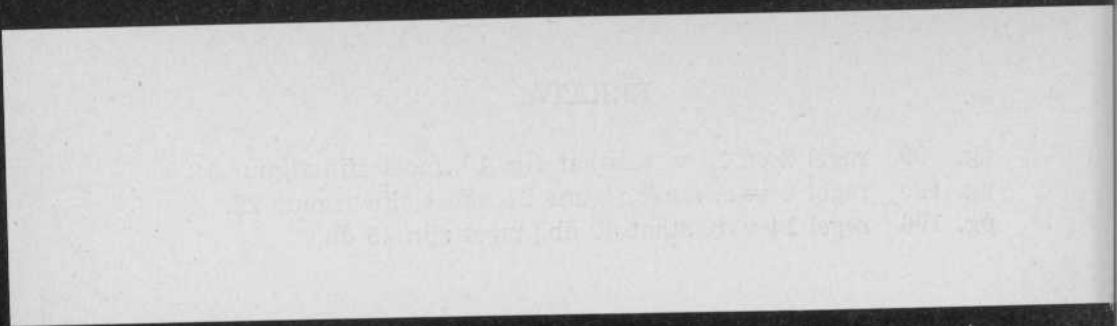
de fluisterstem en het signaalhooren, en voorts metingen omtrent het verloop van de intensiteit van het claxongeluid en de sterkte van het den chauffeur omgevende geluid, behandeld.

In Hoofdstuk V wordt voorts de invloed, die het storingslawaaï op het signaalhooren uitoefent, nagegaan, en een aantal gevolgtrekkingen gemaakt.

Tenslotte volgen in Hoofdstuk VI de samenvatting van de resultaten en de conclusies, die daaruit getrokken kunnen worden.

ERRATA.

- pg. 99 regel 2 en 10 v. b. staat fig. 10, moet zijn figuur 12.
pg. 190 regel 8 v. o. staat figuur 21, moet zijn figuur 22.
pg. 196 regel 14 v. b. staat 40 db., moet zijn 45 db.



HOOFDSTUK I.

„Nicht in den Sternen steht das Geschick
des Fahrers geschrieben, der Unfall ist
vielmehr persönlichster, subjektivster Art.“
(Marloth).

§ 1. *De doelstelling in het licht der verkeersveiligheid.* —
§ 2. *Enkele opmerkingen over het aantal verkeersongevallen en
de voornaamste veroorzakers daarvan.* — § 3. *Algemeene op-
merkingen over de medische keuring van chauffeurs.* — § 4. *De
medische keuringseischen nader beschouwd.* — § 5. *Enkele op-
merkingen over de psychologie der chauffeurs en de psycho-
technische eischen, die aan hen gesteld kunnen worden.* —
§ 6. *Samengesteldheid der factoren, die tot een ongeval aanlei-
ding geven.*

§ 1. *De doelstelling in het licht der verkeersveiligheid.*

De snelle vooruitgang der techniek in de laatste decennien heeft het uiterlijk leven der menschen in vele opzichten gewijzigd en daardoor problemen doen ontstaan, die om een dringende oplossing vragen. Daartoe behoort zeker het verkeersvraagstuk, dat als complex van moeilijkheden op technisch, sociaal en oeconomisch gebied uit eigen aard en wezen zeer de publieke belangstelling trekt. Ook voor den medicus heeft het toenemen van het wegverkeer zijn eigenaardige consequenties gehad, want het kon wel niet anders of de volle aandacht van hen, die zich bezig hielden met het beantwoorden der verkeersvraagstukken, viel ook op de personen, die een zoo belangrijke en verantwoordelijke taak op de weg hebben te verrichten: de bestuurders van voertuigen en wel speciaal die van motorrijtuigen: dus de chauffeurs.

De vraag, welke normen aan deze personen dienen gesteld te worden, bracht medici zoowel als psychotechnici in beweging ter formuleering van de minimumeischen, waaraan een goed chauffeur moet voldoen.

Sedert jaren zijn dan ook in de medische vakliteratuur en ook daarbuiten artikelen, van uiteenlopende strekking, meer-malen verschenen, die het vraagstuk van alle zijden belichten; specialisten in de diverse onderdeelen van de medische wetenschap, vooral oog- en oorartsen, maar daarnaast ook internisten en anderen, gaven hun meeningen te kennen. De verschillen in opvatting, vooral wat betreft de beoordeeling der grensgevallen, spiegelen zich behalve in de vakbladen, ook af in de wetgevingen der verschillende landen, die in hun eischen en bepalingen vaak zeer uiteenloopen.

Zoo blijven vele problemen om oplossing vragen, en hiertoe behoort zeker het vraagstuk der slechthoorenden in hun functie van bestuurders van motorrijtuigen.

Bij de benadering van dit vraagstuk heeft men rekening te houden met twee belangrijke factoren: rechtvaardigheid ten opzichte van den hardhoorende ter eene, de eischen der veiligheid op de weg ter andere zijde. Zijn deze factoren tegenstrijdig, zoodat zij elkander niet verdragen en het probleem slechts is op te lossen door negeering van één van hen beide, of is een modus te vinden, waarbij met volkomen consideratie voor alle twee een aannemelijke regeling mogelijk wordt?

Ziedaar de kern van een sociaal vraagstuk, dat steeds meer de aandacht vraagt. Immers de slechthoorendheid is door het groote aantal van hen, die daaraan lijden, niet minder echter door de aard van de kwaal, een verschijnsel van sociale betekenis, dat van belang is voor vrij groote groepen der bevolking; daarbij komt, dat de slechthoorende, juist door de vooruitgang der techniek, in vele opzichten meer geïsoleerd is dan vroeger. Immers door de gramfoon, de telefoon, de radio, de sprekende film heeft, als communicatiemiddel, het gesproken woord de suprematie van het geschrevene teruggedrongen ¹⁾ en ternauwernood is men er in geslaagd met moderne hulpmiddelen hoorinstrumenten te construeeren, die de handicap, voor den slechthoorende ontstaan door dit uitgroeien van de belangrijkheid der auditieve communicatiemiddelen, verkleinen.

Is het steeds een eisch geweest tegemoet te komen aan de moeilijkheden, die de slechthoorenden in onze samenleving toch

¹⁾ Terence Cawthorne: „Hearing Aids”. J. of Lar. and Otol. June 1938, vol. LIII, No. 6.

reeds ondervinden, deze eisch klemmt in het tegenwoordige tijdsgewricht slechts des te meer.

Wat de tweede factor, waarmede wij bij de oplossing van ons probleem te doen hebben, betreft, het vraagstuk van de veiligheid op de weg, dit spreekt wel tot een ieder, die aan het groote aantal verkeersongelukken en de oorzaken daarvan een oogenblik de aandacht wijdt, en die doordrongen is van de waarde van de slagzinnen: „safety first” en „safety pays”.

1. 1. „Safety first”: Het aantal menschenlevens, dat de laatste jaren ten gevolge van verkeersongevallen te betreuren is geweest, begint in de gruwzame cijfers te loopen. In 1934 werden in de Vereenigde Staten van Noord Amerika $\pm$ 36.000 menschen gedood bij verkeersongelukken, waarbij automobielen waren betrokken; dit getal spreekt des te meer als men beseft, dat het aantal Amerikanen, in de wereldoorlog gevallen, 37.568 bedroeg.¹⁾

In ons eigen land hadden in 1936 43.724 verkeersongevallen plaats, waarbij 763 personen werden gedood, 12.850 gewond.

Deze enkele cijfers geven voldoende weer het groote persoonlijke leed, dat door verkeersongevallen wordt geleden en illustreeren het feit, dat het moderne wegverkeer langzamerhand een vernietigingsfactor is geworden, van een reputatie, zooals in vroeger eeuwen slechts epidemieën van gevreesde ziekten verwierven²⁾.

2. „Safety pays”: Welk een enorme materiele gevolgen deze groote ongelukkenreeks met zich meebrengt, moge nog uit het volgende blijken. Leerink³⁾ zegt, dat zonder kans op overdrijving valt aan te nemen, dat de jaarlijksche materiele schade, door ongevallen op de weg veroorzaakt, zeker in de milliarden loopt. Hij komt door berekening uit cijfers, verstrekt door de R.V.B. en verzekeringsmaatschappijen, tot een globale jaarlijksche schade voor ons land van f 4 millioen.

¹⁾ J. A. Leerink: „De Verkeers-Veiligheid op den Weg”. Diss. Amsterdam 1938, pg. 62.

²⁾ Walter v. Bingham: „The Accident-Prone Driver”, The Human Factor Vol. 11 No. 5, pg. 168. „Since motor vehicles now rank with tuberculosis among the ten major causes of death, the accident problem would seem to require the attention of the most skilled investigators, who ought to have opportunity and facilities to go into it with the thoroughness with which physicians and pathologists are now studying cancer.”

³⁾ Leerink: ib. pg. 75.

G. A. Prins¹⁾ deed een ruwe poging tot becijfering van de jaarlijksche materiele schade door auto-ongevallen geleden. Bij een totaal aantal van 175.000 verzekerde motorvoertuigen en een ruwweg geschatte, gemiddelde All-Risks jaarpremie van f 80 per auto, waarvan gewoonlijk minstens de helft voor schade-uitbetaling dient, komt hij tot een bedrag van 7 miljoen gulden, waarbij dan loondervingen, blijvende invaliditeitsrenten, uitbetaalde levensverzekeringen, kosten van ziekenhuizen en behandeling nog opgeteld dienen te worden. Met andere woorden een jaarlijksch verlies van f 10 miljoen wordt hierdoor door onze volkshuishouding geleden.

Deze korte mededeelingen mogen er dan toe dienen een ieder nog eens te doordringen van de noodzakelijkheid alle krachten in te spannen ten einde de oorzaken van één van de grootste euvels van onze tijd te doorgronden en de gevolgen ervan, zoo veel mogelijk, te bestrijden.

§ 2. *Enkele opmerkingen over het aantal verkeersongevallen en de voornaamste veroorzakers daarvan.*

Het is vooral de perfectioneering der motoren en de daardoor mogelijk gemaakte groote snelheden der voertuigen geweest, die het verkeer deed ontgroeien aan de banen, waarlangs het zich van oudsher af voortbewoog en ternauwernood hebben compenserende maatregelen op dit verschijnsel balanceerend kunnen inwerken; geen wonder, dat hierdoor en door de toename der bevolking en het daardoor grooter geworden aantal weggebruikers, de ongelukkenreeks op onrustbarende wijze is gestegen.

Het aan de bestaande wegen ontgroeid raken van het verkeer doet zich vooral gevoelen in landen, die reeds eeuwen lang een dichte bevolking herbergen en waar derhalve een gefixeerd wegnnet, oorspronkelijk gedacht voor een minder omvangrijk en veel rustiger verkeer, als een star stelsel van te nauwe buizen de ontzaglijke stroom van moderne voertuigen te verwerken krijgt.

Ons land verkeert in dit opzicht wel in een zeer ongunstige positie; meerdere factoren, die voor vele andere landen van

¹⁾ G. A. Prins: „De Wetenschappelijke Analyse der Verkeersongevallen”. Arts en Auto. 4e Jg. No. 3, 26 Febr. 1938.

Europa slechts in veel geringere mate gelden, hebben hier samengewerkt om het verkeersvraagstuk zeer ingewikkeld te maken.

In diepste wezen hangt deze ongunstige ontwikkeling direct met onze bodemgesteldheid, die immers ook in zoovele andere opzichten vormend en karakteriseerend voor een volk kan zijn, samen.

In onze waterrijke gewesten ging van oudsher het meeste verkeer te water en was dat te land steeds moeilijk, doordat de geologische gesteldheid de constructie van behoorlijke landwegen tegenwerkte. In een belangrijk deel van het rijk had het wegverkeer, zooals ook nu nog steeds hier en daar, plaats, langs smalle en kronkelige dijken of oude, eveneens smalle heirwegen. In de loop van enkele decennien zijn deze wegen, die weliswaar op vele plaatsen verbeterd zijn, maar toch nog vaak de kenmerken van hun ontstaanswijze dragen, overladen met het moderne snelverkeer, dat zich binnen de vele bebouwde kommen nog dikwijls een weg moet banen door stadjes en steden, met straten, die dezelfde breedte vertoonen als die, welke zij van de middeleeuwsche bouwers ontvingen¹⁾ ²⁾. Daarbij heeft de sterke lintbebouwing, die men hier te lande aantreft, de wegen ook buiten de bebouwde kommen gevaarlijk gemaakt.

Heeft de bodem een machtige invloed op de leefwijze en uitingen van een volk, niet minder groot is de invloed van het klimaat. En ook op verkeersgebied laat ons klimaat zich gelden: het vele vochtige weer vergroot het slipgevaar, dat nog toeneemt door beïnzeling; mist en regen beletten meerdere malen het uitzicht. Tenslotte werken de vele verkeersophoopingingen bij de tollën, bruggen en veeren, alsmede de onbewaakte overwegen, het voorkomen van onbespannen rijdieren en vee op de weg, gebrek aan uniformiteit in verkeerssignalen in verschillende gemeenten, het in vele gevallen nog ontbreken van aparte fietspaden, terwijl het aantal fietsers buitensporig hoog is ($\pm 3\frac{1}{2}$ miljoen!), het ontstaan van verkeersongelukken hier te lande in de hand³⁾.

¹⁾ Vrgl. C. Bakker, commissaris van de Verkeerspolitie te A'dam: „De Automobilist in het Stadsverkeer”. Verslag van den Eersten Wegverkeersdag van de K.N.A.C. 23 Oct. 1935, pg. 5.

²⁾ Dr. F. H. G. van Loon: „Psychologie der Verkeersongevallen.” „Wegen- en Verkeersvraagstukken van dezen tijd.” 27 Oct. 1936, pg. 17.

³⁾ Met dit alles wil natuurlijk niet gezegd zijn, dat in de laatste jaren niet veel op verkeersgebied verbeterd is door het aanleggen van nieuwe wegen voor snelverkeer, het uitleggen van bochten, zorg voor betere verlichting etc. Toch blijft ons land in verkeersopzicht groote moeilijkheden kennen; de vaak drassige bodem maakt ook nu nog het aanleggen van verkeerssnelwegen uitermate kostbaar en dit wegnnet breidt zich dan ook niet zoo snel uit als men zou wenschen.

Hoezeer het verkeer op de weg is toegenomen, blijkt in de eerste plaats uit de enorme automobielpductie der laatste jaren. De volgende tabel ¹⁾ geeft een overzicht van het totaal aantal automobielen ter wereld in de jaren 1930 tot 1936.

1930	1931	1932	1933	1934	1935	1936
35,750,776	35,303,713	33,333,028	33,399,452	35,196,099	37,234,731	39,821,927

Het aantal automobielen in enkele Europeesche landen op 31 December 1936 bedroeg: ²⁾

Land:	Personen- auto's	Vracht- auto's	Bussen	Totaal
Nederland	90.100	48.000	3.900	142.000
België	124.183	72.279	973	197.435
Denemarken . . .	95.318	40.149	—	135.467
Duitschland . . .	945.085	282.432	15.567	1.234.084
Engeland	1.604.948	438.665	84.523	2.128.036
Frankrijk	1.600.000	500.000	—	2.100.000
Italië	2.900.000	115.000	10.000	4.150.000
Noorwegen	42.231	27.415	2.875	72.611
Oostenrijk	27.452	14.702	2.218	44.372
Portugal	30.050	10.300	1.650	42.000
Zweden	116.700	47.900	4.100	168.700
Zwitserland . . .	70.662	20.398	1.286	92.346

Een en ander kan dus wel een indruk geven welke afmetingen het moderne motorverkeer heeft aangenomen.

Gaan wij nu eens aan de hand van eenige cijfers na hoe groot het aantal verkeersongevallen in ons land is, dan geeft de Statistiek voor de verkeersongevallen in Nederland 1936 ³⁾ het volgende aan:

Welke factoren stimuleerend en welke remmend werken op het ongevallencijfer, laat zich tot heden nog niet met zekerheid

¹⁾ Uit „Automotive Industries”, Febr. 1937.

²⁾ ib.

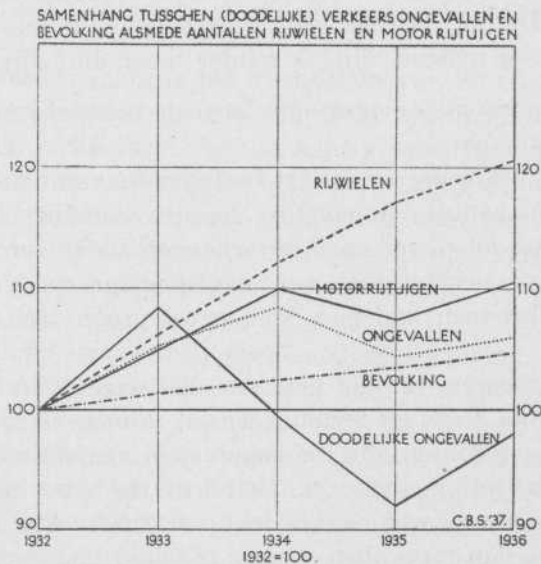
³⁾ „Statistiek voor de verkeersongevallen etc.”, pg. 4.

zeggen, daar de statistische documentatie nog niet volledig is en Nederland ook nog slechts sedert 1932 over een, het heele

STAAT 1 Jaar (Année)	Aantal verkeersongevallen (Nombre des accidents de la circulation)		Aantal verkeersongevallen, waarbij personen werden: (Nombre des accidents de la circulation, par suite desquels des personnes ont été:)			
			gedood (tués)		gewond (blessés)	
	absoluut (absolut)	in % van 1932 (en % de 1932)	absoluut (absolut)	in % van 1932 (en % de 1932)	absoluut (absolut)	in % van 1932 (en % de 1932)
1932	41 105	100,0	¹⁾ 779	100,0	10 218	100,0
1933	41 516	101,5	²⁾ 843	108,2	10 060	107,3
1934	44 705	108,5	²⁾ 775	99,5	12 053	123,8
1935	45 043	104,5	716	92,0	12 721	124,5
1936	43 724	106,1	763	97,9	12 550	125,8

Figuur 1.

land omvattende, statistiek beschikt. De volgende grafiek, overgenomen uit de Statistiek bovenvermeld, demonstreert echter een voor ons onderwerp belangrijk feit, n.l. dat *het aantal dodelijke verkeersongevallen fluctueert met het aantal motorrijtuigen*.



Figuur 2.

De groote verantwoordelijkheid, welke op de bestuurders van deze groep van voertuigen valt, is hieruit dus wel duidelijk geworden.

Ook eenige cijfers uit buitenlandsche statistieken kunnen de genoemde verschijnselen toelichten en bevestigen.

In 1926 bedroeg het aantal dodelijke ongelukken in Frankrijk 2.160, in 1935 4.415. De verdubbeling van het aantal dodelijke ongevallen wordt ook daar toegeschreven aan de toename van het aantal voertuigen op de weg.

In Groot-Brittannië¹⁾ kwamen in het tijdperk van Maart 1936—Maart 1937 op 199.062 ongelukken 33,6 % op rekening van bestuurders van vervoermiddelen, 22,8 % op die van wielrijders, 30,5 % waren veroorzaakt door voetgangers, terwijl de rest door allerlei andere oorzaken ontstond.

Italië²⁾ vertoonde in de jaren 1934—1936 iets eigenaardigs, dat meteen een licht werpt op de vele factoren, die het aantal motorrijtuigen en derhalve ook het aantal ongelukken beïnvloeden. In 1934 waren in het grootste aantal der ongevallen, in totaal 43258, 14837 automobielen verwickeld, in '35, op een totaal van 39997, 5538 en in '36 op een totaal van 27889, slechts 4982. Deze afname van de ongelukkenfrequentie wordt toegeschreven aan de invoering van de sancties, die immers het economische leven in Italië in de laatste drie maanden van 1935 en in 1936 zoozeer hebben beïnvloed!

Ook uit de buitenlandsche statistieken blijkt dus welk een groot aandeel in het veroorzaken van verkeersongevallen de autobestuurders hebben, en welk een verantwoordelijke taak dus op hen rust. Dat de eischen aan hun persoonlijkheid te stellen derhalve hoog moeten zijn, is zonder meer duidelijk.

§ 3. *Algemeene opmerkingen over de medische keuring van chauffeurs.*

Bleek uit het voorgaande, dat bestuurders van motorrijtuigen in een groot aantal der gevallen verantwoordelijk zijn voor de verkeersongevallen, nu rijst de vraag op welke wijze zij deze veroorzaken; slechts door een nauwkeurige analyse van de ongelukkenbronnen kan men komen tot prophylactische maatregelen.

Dit analyseeren van de bronnen der ongevallen nu, is een uiterst subtiel werk en ternauwernood is men er toe gekomen de meer grove fouten, die tot ongelukken aanleiding waren, te registreeren en te analyseeren. De tot nu toe bewerkte gegevens hebben ons reeds wel een inzicht verschaft over de directe aanleidingen der ongevallen, weinig is echter nog slechts bekend over de diepere oorzaken. Reeds dadelijk zij hier naar voren gebracht, dat het ontstaan van een ongeval, dat te wijten is of

¹⁾ "Report on Road accidents in Great Britain", pg. 6. Uitgave van het Ministry of Transport.

²⁾ „Incidenti Stradali in Italia nel Triennio 1934—XIII — 1936—XV.”

mede toegeschreven moet worden aan de gedragingen van den bestuurder van een motorrijtuig, steeds te danken is aan het toevallige op dat moment aanwezige situatiebeeld van zijn geheele persoonlijkheid, en dus zoowel van zijn lichamelijke als van zijn geestelijke gesteldheid afhankelijk is.

Waar het hier gaat de oorzaken op medisch gebied en wel speciaal op oorheelkundig terrein op te sporen, stuiten wij op een groote moeilijkheid. Immers in de statistieken vinden wij oorzaken op medisch gebied, minder nog op dat der oorheelkunde gelegen, meestal niet aangegeven.

Dit heeft zijn goede redenen.

In de eerste plaats wordt n.l. wel bijna overal een medische keuring geeischt, alvorens het rijbewijs wordt afgegeven; een onderzoek naar de lichamelijke toestand van den veroorzaker van een ongeluk wordt, na afloop daarvan, meestal niet verricht.

Wat de invloed van de keuring van den candidaat-chauffeur op het ongevals-cijfer, vóór de afgifte van het rijbewijs betreft, hoe groot deze is zou slechts kunnen blijken, indien deze keuring eens niet meer plaats had en dit cijfer daardoor belangrijk gewijzigd werd.

In de tweede plaats is het vaststellen van de eigenlijke oorzaak van een ongeluk op zichzelf reeds een moeilijke zaak; te constateeren in hoeverre een lichaamsgebrek (indien het reeds vóór het ongeluk aanwezig en bekend zou zijn) de oorzaak van, of een medewerkende oorzaak bij, het ontstaan van een ongeluk vormt, is, voor hen die de statistische gegevens verzamelen, — i.e. meestal eenvoudige politiefunctionarissen, — vaak vrijwel onmogelijk.

In Engeland, waar men geen medische keuring, wel echter het getrouwelijk invullen van een blad met keuringseischen verlangt, zijn enkele gegevens over ziekte of lichamelijke minderwaardigheid als oorzaken van ongevallen bekend. Het blijkt uit de statistiek, van 1936—'37, dat van 66,982 verkeersongevallen 123 of 0,2 % door ziekte van den chauffeur ontstonden, terwijl 11 gevallen aan „physically defectives” moeten worden toegeschreven ¹⁾.

De „Incidenti Stradali in Italia nel Triennio 1934—1936” geven de volgende cijfers, die ik hier heb samengevat:

¹⁾ „Report on Road accidents in Great Britain”. Zie pg. 12, noot 1.

Totaal aantal ongevallen in het jaar	Aantal onge- vallen, veroor- zaakt door:		Aantal dezer on- gevallen, ver- oorzaakt door:		Be- stuurders		Passa- giers	
			auto- mobi- listen	motor- rijders	ge- dood	ge- wond	ge- dood	ge- wond
1934	ziekte	103	30	26	7	51	3	29
43.258	andere lich. gebre- ken	89	13	3	4	19	1	12
1935	ziekte	172	67	24	24	122	6	43
39.997	andere lich. gebre- ken	126	27	11	6	51	1	31
1936	ziekte	138	29	15	25	76	1	19
27.889	andere lich. gebre- ken	108	16	12	1	53	1	17

De getallen, betrekking hebbend op lichamelijke afwijkingen, zijn dus zeer klein, men kan er echter in geen deele uit opmaken, dat de lichamelijke gesteldheid van den bestuurder slechts een geringe rol speelt, daar het een open vraag blijft, in hoeverre deze bij de andere oorzaken van ongevallen toch mede hebben gewerkt.

Enkele landen, zooals België en ook Duitschland sedert 1934, kennen geen verplichte medische keuring. Hoewel in het eerste land het aantal doodelijke ongevallen per 10.000 motorrijtuigen in 1935 geringer was dan in ons land, n.l. 36.5 % tegenover 44.0 % in Nederland, was in Duitschland dit aantal grooter, n.l. 46.0 %.

Ook dergelijke cijfers zeggen omtrent het nut van het medisch keuren weinig, daar de getallen voor het aantal doodelijke ongevallen niet parallel loopen met het totaal aantal ongevallen, en

dit laatste voorts afhankelijk is van een groot aantal andere factoren, als: verkeersfrequentie, verkeersdiscipline, toestand van de wegen etc.

De bestudeering van de ongevalsstatistieken brengt ons dus inzake het nut van de medische-keuring-vooraf niet veel verder, terwijl evenmin tot op heden een genoegzaam aantal gegevens omtrent de lichamelijke gesteldheid van chauffeurs, na afloop van door hen veroorzaakte ongelukken, bekend zijn om ons eenig inzicht te verschaffen in de rol, die fysieke afwijkingen als oorzaak voor 't ontstaan van verkeersongevallen spelen.

Het ligt echter voor de hand, dat althans die elementen, waarvan men met vrij groote zekerheid kan voorspellen, dat zij in het wegverkeer als onvolwaardigen zijn te beschouwen, geëlimineerd moeten worden; gezien de bovenvermelde ongevalsaantallen, wordt dit zelfs een dwingende eisch.

Het argument, dat ook na de beste medische en psychotechnische keuring plotselinge lichamelijke of geestesstoornissen kunnen optreden, doet aan dit feit geen afbreuk; ook na een goed afgelegde rijproef kunnen verkeersfouten gemaakt worden, zonder dat men daarom gerechtigd is, deze proeven achterwege te laten.

Godlevski ¹⁾ die over een zeer groote ervaring inzake het keuren van chauffeurs beschikt, deelt mee, dat hij bij keuringen, verricht bij personen beneden de leeftijd van 40 jaar 5 %, tusschen de 40 en 50 jaar 5—10 % der kandidaten afkeurde, waarbij dan nog die personen, die aan gehoors- en gezichtsafwijkingen leden, buiten beschouwing werden gelaten. De voornaamste redenen tot afkeuring waren hart- en vaatziekten, hypertonie, aneurysma, myocarditis, insufficiëntia cordis, aanvallen van Adam-Stokes, progressieve paralyse etc.

Behalve dat het medisch onderzoek een prophylactische waarde heeft, kan het tevens dienen ter opheldering van die gevallen van recideverende ongelukken-makers, die neigen tot het veroorzaken van series ongevallen van overeenkomstige aard. (In § 5 zal op deze „brokkenmakers” nader teruggekomen worden.) W. Bingham ²⁾ schrijft dienaangaande, dat bij het bestudeeren van een groot aantal van deze “accident-prone motor-men” zeer velen gevonden werden met lichamelijke stoor-

¹⁾ Godlevski: loc. cit. zie pg. 28, noot 3.

²⁾ W. Bingham: loc. cit. zie pg. 7, noot 2.

nissen, als verhoogde bloeddruk, nephritis, ondervoeding, breuken etc.

§ 4. *De medische keuringseischen nader beschouwd.*

Welke zijn nu de eischen, die men aan de chauffeurs in het algemeen mag stellen? Behalve, dat men van hen een goede rijvaardigheid mag eischen, bepaalt het artikel 15, 4^oa van onze Motor- en Rijwielwet slechts, dat een rijbewijs niet wordt afgegeven, tenzij kan worden overgelegd:

„eene verklaring, afgegeven door een hier te lande tot de uitoefening der geneeskunde bevoegd persoon en behelzende, dat door dien geneeskundige bij een niet vroeger dan veertien dagen vóór de aanvraag gehouden onderzoek bij den aanvrager geen lichaams- of zielsgebreken zijn waargenomen, welke dezen zouden kunnen beletten, een motorrijtuig naar behooren te besturen.”

Iedere keurende arts ziet zich dus zonder meer voor de vraag gesteld uit te maken welke gebreken, die hij bij den candidaat-bestuurder eventueel aantreft, een beletsel zullen vormen voor het chauffeeën, zonder dat den medicus daarbij een handleiding ten dienste staat.

Om hieraan tegemoet te komen bestaat in sommige landen een keuringsreglement, dat in bijzonderheden aangeeft, welke kwalen en gebreken toelaatbaar zijn en welke afkeuring eischen.

In Frankrijk worden de gebreken in twee categorieën onderscheiden en wel die, welke de inspecteur, belast met het afnemen der rijexamens, zelf kan constateeren: voornamelijk grove gebreken, als het gemis van een of meer ledematen of gewrichts-ankylosen etc., en die, welke buiten zijn competentie vallen en waarvoor een medisch onderzoek wordt geëischt. Voor dit onderzoek zijn dan ook weer uitgebreide voorschriften gegeven.

Italië kent iets dergelijks, alleen bestaat hier de eigenaardigheid, dat het rijbewijs in drie graden wordt uitgereikt; de eerste graad geeft toestemming voor het besturen van eigen wagens, het tweede voor voertuigen in privé- en het derde voor die in publieke dienst. Voor de eerste graad is de keuring als in Frankrijk, het medisch onderzoek blijft dus facultatief, voor de tweede is medisch onderzoek vereischt, voor de derde eveneens, maar hiervoor zijn de keuringseischen nog strenger.

Zwitserland laat het sommaire onderzoek eveneens over aan den expert, die het rijexamen afneemt. Heeft deze reden aan de fysieke of geestelijke capaciteiten van den candidaat te twijfelen, dan volgt medisch, eventueel psychotechnisch, onderzoek, terwijl alle candidaten boven 65 jaar verplicht zijn zich een dergelijk onderzoek te laten welgevallen.

In Engeland wordt van den candidaat slechts geëischt, dat hij een vragenlijst, waaruit moet blijken, dat hij geen lichamelijke of geestelijke gebreken vertoont, die als beletsel kunnen optreden, naar behooren invult. Zijn de antwoorden voldoende, dan wordt het rijbewijs zonder verdere contrôle uitgereikt.

België gaat nog een stap verder en eischt in het geheel geen keuring, noch een rijexamen, slechts als er een ongeluk gebeurd is, kan medisch onderzoek geëischt worden.

Duitschland kende indertijd ook een uitgebreid keuringsreglement, bij de instelling van de „Deutsche Reichsstrassen-Verkehrsordnung” in 1934 is de Deutsche Wetgever daarvan teruggekomen. Hebben de politiebeamten de verdenking, dat een of ander gebrek aanwezig is, dan kan een medisch onderzoek worden ingesteld, maar ook dit is niet meer aan bepaalde voorschriften gebonden.

Oostenrijk kende, tot de „Anschluss”, ook een uitgebreid keuringsreglement, men kan momenteel slechts vermoeden, dat dit wel, evenals in Duitschland in 1934 is gebeurd, zal zijn afgeschaft en dezelfde regeling als in het overige Duitschland zal zijn ingevoerd.

De U.S.A. kennen geen algemeen geldende regeling, de verschillende staten hebben elk hun aparte wetgevingen.

Men ziet, dat uniformiteit in de eischen aan chauffeurs te stellen in de verschillende genoemde landen ontbreekt; naast zulke met uitgebreide medische keuringsreglementen en verplicht medisch onderzoek treft men er aan, die dit onderzoek facultatief hebben gesteld en ook landen, waar oorspronkelijk medische keuring was voorgeschreven en uitvoerig gereglementeerd, terwijl zoowel 't een als 't ander later is afgeschaft.

Op de vraag, of een keuringsreglement met vaststaande eischen meer of minder wenschelijk is, zal hier niet verder worden ingegaan; de meeningen loopen omtrent deze vraag sterk uiteen. Hoe men hierover ook moge denken, er zij hier met nadruk op gewezen, dat *het nimmer in de bedoeling kan liggen een persoon ongeschikt te verklaren op grond van een gebrek aan één zijner organen, alléén, tenzij dit gebrek van dien omvang is, dat het chauffeeën absoluut onmogelijk maakt.* In alle andere gevallen is het noodig te beoordeelen in hoeverre de candidaat zich aan zijn gebrek heeft weten aan te passen; immers, men vatte een invalide nimmer op als een normaal persoon minus een oor, oog, of hand, maar vergeet niet, dat bij langer bestaande gebreken zich een nieuwe functioneele eenheid heeft gevormd met mogelijkheden, die zeker afhankelijk zijn van de zwaarte van het gemis, maar tevens van de intelligentie, volharding en aanpassingscapaciteit van het individu. Het is een bekend verschijnsel, dat zich bij

blinden de tastzin en het hoorvermogen sterk ontwikkelen. Bij dooven komt iets dergelijks voor, zij vertoonen over het algemeen een verhoogde visuele opmerkzaamheid. Het jonge, doofstomme kind, waarbij de doofheid vaak zoo moeilijk met zekerheid te constateeren is, vertoont deze levendige opmerkzaamheid in hooge mate, zoodat eensdeels reeds daaraan het lijden in zekere zin is te herkennen, hoewel juist ook daardoor anderdeels de kwaal gedissimuleerd wordt.

Het valt buiten het kader van dit proefschrift een algemeen overzicht te geven van al de lichamelijke eischen, die men in de literatuur aan chauffeurs meent te moeten stellen. Hiervoor zij verwezen naar samenvattende artikelen van Marloth ¹⁾, Franz ²⁾, de eischen zooals deze in 't Nederlandsch Tijdschrift voor Geneeskunde ³⁾ zijn vervat en in diverse keuringsreglementen ⁴⁾ ⁵⁾ zijn voorgeschreven.

Wel moet er hier in verband met ons vraagstuk de aandacht op worden gevestigd, dat bij een eventueel geconstateerd gebrek aan het gehoororgaan automatisch de eischen, aan de andere organen te stellen, verzwaard moeten worden.

Het meest belangrijke zintuig voor het chauffeeren is ongetwijfeld het gezichtsorgaan, bij stoornissen van het gehoororgaan lette men daarop dus nauwkeurig ⁶⁾ ⁷⁾. Behalve op de visus en op de aanwezigheid van pathologische processen aan de oogen — trachoom en andere chronische conjunctividen, staar

¹⁾ Marloth: „Welche gesundheitlichen Anforderungen sind an die Gewährung des Autoführerscheines zu knüpfen?“ Klin. Wochenschr., 10 Jhg. Nr. 36, 5 en 12 Sept. 1931.

²⁾ O. Franz: „Medizinische Grundlage für die Beurteilung der zum Führen eines Automobils notwendigen physischen und psychischen Fähigkeit.“ Schweiz. med. Woch. 1930, Jahrg. 60, Nr. 22, pg. 507 e.v. en Nr. 23, pg. 534 e.v. Nr. 24, pg. 553 e.v.

³⁾ Nederl. Tijdschr. v. Geneesk., Zaterdag 3 Maart 1935, pg. 1506. De eischen voor de lichamelijke en geestelijke gesteldheid van den automobilbestuurder.

⁴⁾ Bundesgesetzblatt für den Bundesstaat Oesterreich, 14 April 1937.

⁵⁾ Circulaire Série B, No. 101 et 102, du Ministère des Travaux Publics, Rép. Franc.

⁶⁾ Prof. Dr. J. v. d. Hoeve: „Het gezichtsvermogen van den bestuurder van een motorvoertuig“. Arts en Auto, 15 Febr. 1936, No. 4, pg. 49 e.v.

⁷⁾ Prof. Dr. G. F. Rochat: „Over de eischen te stellen aan het gezichtsvermogen van bestuurders van motorrijtuigen.“ Arts en Auto, 18 Jan. 1936, No. 2, pg. 17 e.v. en 15 Febr. 1936, No. 4, pg. 53.

of aphakie, ablatio retinae, etc. — moet op eenoogigheid, scheelzien, kleurenblindheid ¹⁾, nachtblindheid ²⁾ en verblindings ³⁾ worden gelet.

Voorts zijn vooral hart- en vaatziekten ⁴⁾, organische ziekten van het centraal zenuwstelsel, vooral die gepaard gaan met kortere of langere perioden van bewustzijnsverlies of aanvallen van duizeligheid, van belang. Hier zij speciaal gewezen op het Syndroom van Menière, dat bij vele oorafwijkingen kan voorkomen.

Wat betreft de toxicomanieën geeft alcoholisme allicht ongeschiktheid. Hiervoor zij verwezen naar de publicaties van Wieringa ⁵⁾, Biegel ⁶⁾ en anderen. Ook voor chirurgische en orthopaedische eischen zij naar de vakliteratuur verwezen. Bij de beoordeeling van de aard en de prognose van het oorlijden, hetgeen bij de toekenning van een rijbewijs, vooral wat de tijdsduur, waarvoor een bewijs wordt uitgereikt, betreft, lette men speciaal op chronische infectieziekten, als lues en tuberculose, voorts op het bestaan van arteriosclerose, cerebrale processen, hart- en nierziekten, de aanwezigheid van tumoren, bloedziekten en dergelijke systeemziekten meer.

§ 5. *Enkele opmerkingen over de psychologie der chauffeurs en de psychotechnische eischen, die aan hen gesteld kunnen worden.*

Is het voor den keurenden arts en vooral voor hem, die specialistisch onderzoek verricht, steeds zaak op het heele persoonlijkheidsbeeld te letten en zich niet blind te staren op het enkele orgaan, dat meer tot zijn speciale competentie behoort, zoo is het zonder meer ook duidelijk, dat deze zich tevens een oordeel vormt over de psychische gesteldheid van den candidaat-

¹⁾ Over Kleurenblindheid: Dr. Dilg, Arts en Auto, 21 Dec., 1935, pg. 407.

²⁾ Over Nachtblindheid en Gezichtsscherpte: Prof. Dr. W. C. P. Zeeman en red. A. en A., 16 Febr. 1935, No. 4, pg. 51 en 53 en 2 Maart 1935, No. 5, pg. 77.

³⁾ Zie bij de psychotechnische eischen, pg. 24.

⁴⁾ Dr. J. L. Noest: „Ziekten v.h. hart en bloedvaatstelsel en het moderne verkeer”. Arts en Auto, 6 Juni 1936, No. 12, pg. 181 e.v.

⁵⁾ R. E. Wieringa: „Onderzoek naar de invloed van stijgende doses alcohol op de verrichtingen van twee proefpersonen”. Diss. Utrecht, 1935.

⁶⁾ Dr. R. A. Biegel: „De invloed van de alcohol op den chauffeur”. De Auto, 4 Aug. 1932 en 12 Jan. '33.

chauffeur. Dit klemte te meer waar de aanwezigheid van lichamelijke gebreken, vooral wanneer deze langere tijd bestaan, tot eigenaardigheden in het karakter en de geestesgesteldheid kunnen voeren. De eenigszins achterdochtige instelling, die men bij vele slechthoorenden aantreft, is daarvan een typisch voorbeeld.

Voor het chauffeeën is nu wel in de eerste plaats, meer nog dan een goed functioneerend lichaam, een gezonde geest noodzakelijk. Terecht zegt Heinis¹⁾ „... denn auch das beste Instrument hat nicht mehr Wert, als der es handhabende Geist”, terwijl Leerink²⁾ schrijft: „Zooals tevoren werd betoogd zijn de verkeersfouten op de weg voor het grootste deel uitsluitend of in hoofdzaak toe te schrijven aan psychische, en slechts voor een gering deel uitsluitend aan technische oorzaken (onvoorzienbaar gebrek aan voertuig of weg).”

De meerdere of mindere mate van aanpassing aan, en de mogelijkheid tot compensatie van bepaalde gebreken is vooral afhankelijk van psychische en karaktereigenschappen; ook voor de lichamelijke gave is een gezond functioneerende psyche, bij een dergelijke verantwoordelijke handeling als het chauffeeën is, van overwegend belang.

De these, dat een „normale” psyche een vereischte is voor 't goede chauffeeën, laat zich echter niet zonder meer lezen in dier voege, dat ieder met een normaal verloop van zijn intrapsychische processen ook geschiktheid tot chauffeeën bezit. Immers men kan zeer wel een, met zijn toevallig aanwezig temperament overeenkomend, goed ontwikkeld geestesleven bezitten, zonder dat dit wil zeggen, dat de juist voor 't chauffeeën noodzakelijke eigenschappen aanwezig zijn.

Wie dan is een goed chauffeur en wie niet?

Deze vraag heeft een positieve en een negatieve zijde. De eerste behelst die factoren, die men bij de goede chauffeurs aantreft, de tweede die, welke men vindt bij hen, die geneigd zijn ongelukken te maken, de z.g. „brokkenmakers”, de „accident-prone drivers”.

Veel moeite is van psychologische zijde gedaan het complex

¹⁾ Heinis: „Auslese und berufliche Ausbildung des Chauffeurs”. Automobilrevue, 28 Jg., Nr. 25, 18 März 1932.

²⁾ Leerink: op. cit. Zie pg. 7, noot 1.

van psychische functies, noodig voor het aedequaat besturen van een automobiel, samen te vatten. Daarbij komt telkens naar voren, dat het niet alleen aankomt op eenvoudige functies, als reactietijd, concentratie, opmerkzaamheid etc., maar dat het gedrag van den chauffeur in hooge mate inhaerent is aan zijn karakter. Het heeft dan ook niet aan karaktertypeering, zoowel van den goeden als van den slechten automobilist, ontbroken.

P o p p e l r e u t e r ¹⁾ gaat van de meening uit, dat chauffeeeren is een doorlopend oplossen van zich voordoende conflicten en wel:

- a. objectief tusschen veiligheid, oeconomie en snelheid.
- b. subjectief tusschen oplettendheid en onoplettendheid.

Ieders individueele wijze van chauffeeeren is volgens hem het persoonlijk oplossen van deze conflicten op grond van zijn bijzonder arbeidstype.

G r e i d a n u s ²⁾, handelend over de geschiktheid tot chauffeeeren, onderscheidt

- 1e. „lichamelijke” geschiktheid (door medisch onderzoek uit te maken).
- 2e. „handigheid” (door rijvaardigheidsproef en psychotechnisch onderzoek te benaderen).
- 3e. „karakter”-eigenschappen. Hij eischt voornamelijk „verantwoordelijkheidsgevoel” en „voorzichtigheid”, als ook „eerlijkheid tegenover zichzelf” en objectiviteit bij het beoordeelen der omstandigheden, terwijl een sterke geldingsdrang afwezig moet zijn.

Greidanus neemt aan, dat deze karaktereigenschappen, mits in ruime mate aanwezig, bepaalde gebreken uit de eerste beide groepen kunnen compenseeren.

P r i n s ³⁾ eischt als psychische functies: constante aandachtsconcentratie, behoorlijk intellect en geheugen, normale fantasie, gevoelsleven en reactievermogen.

In verband met de in Hoofdstuk II, pg. 66 nader te bespreken meening, door sommigen geuit, dat dooven, zich hun gebrek bewust, kalme chauffeurs zijn, mag hier nog even, zij het kort, het licht vallen

¹⁾ Poppelreuter: zie „Handb. der Soz. Hyg. und Gesundheitsfürsorge.” 6 Bd.

²⁾ Dr. H. T. Greidanus: „De beteekenis van karakter en persoonlijkheid voor rijvaardigheid en rijgeschiktheid.” Arts en Auto, 15 Febr. 1936 (no. 4), p. 54 e.v.

³⁾ G. A. Prins: „Een goed autobestuurder.” Arts en Auto, 25 April 1936 (no. 9), p. 134.

op de psyche van vele gebrekkigen. Het is een, sedert de begrippen „minderwaardigheidscomplex” en „geldingsdrang” gemeengoed geworden zijn, overbekend verschijnsel, dat juist lichamelijk gebrekkigen hun gevoel van deficient zijn trachten te compenseeren. Hiertoe nu is het machtig, maar licht en gemakkelijk te bedienen mechanisme, dat auto wordt genoemd, een zeer geschikt middel. Reeds voor den „normale” is het een uitgezocht object om de geldingsdrang uit te leven. Leerink¹⁾ schrijft: „De vraag lijkt mij gewettigd, of wij in vele „„slaven der moderne techniek”” aan het stuurwiel van hun acht cylinder limousine niet specimina moeten zien van den drang van vele hedendaagsche menschen, des daags gevangen, in monotonen, nuchteren, vaak succesloozen arbeid zonder persoonlijk cachet, de eigen individualiteit uit te leven, o.a. door zich op den vrijen Zaterdag of Zondag te doen gelden als — zij het zeer onevenwichtige — „Uebarmenschen”, door familie, kennissen en ... zichzelf te imponeren met een te diepen druk op het gaspedaal.” Waar dit het geval is, heeft de zich minderwaardig voelende wel een bijzonder fraaie gelegenheid zijn gebrek te compenseeren. Door verscheiden psychologen is het roekeloos rijden bij velen dan ook verklaard als een poging tot wegwerken van minderwaardigheidsgevoelens. Van Loon maakt de opmerking, dat kleine personen vaak bij voorkeur in groote auto's rijden. Ook Levy²⁾ schrijft: „de automobiel is een machtig middel om minderwaardigheidsgevoelens te compenseeren”.

Zonder hier dieper op de specieele psychologie van de slechthoorenden te willen ingaan, wil ik hier toch even aanstippen, dat onder hen, naast velen die zich bij hun gebrek aanpassen, toch ook menigeen staat, die zwaar onder zijn lijden gebukt gaat en alle reden meent te hebben zich minder dan de normaalhoorende te voelen. Het lijkt dan ook geenszins uitgesloten, dat ook deze categorie van misdeelden enkele verkeerd reageerende individuen zal tellen, die meenen in de automobiel een gunstig object ter demonstratie van hun overigens vitale capaciteiten aan te treffen.

De karakterbeschrijvingen hebben ons echter niet veel verder gebracht, daar zij meer theoretische dan practische waarde hebben, aangezien het tot nu toe aan psychologische tests voor het karakteronderzoek, die voldoende betrouwbaar waren, heeft ontbroken. Verder dan de karakterkunde is men gekomen in de bestudeering van de psychomotore functies, waarvan de kennis, door de psychotechnische tests verkregen, van groot belang voor de nadere preciseering van de eischen aan chauffeurs te stellen, moet worden genoemd.

De psychotechniek vat het chauffeeren op als een complex van handelingen, waarvoor een snel beoordeelen van een situatie en het antwoorden daarop met de juiste handeling noodzakelijk

¹⁾ Leerink: pg. 201. op. cit. Zie pg. 7, noot 1.

²⁾ Herman Levy: in „De Auto”, van 18 Juni 1936, 33 jr. no. 25.

is. De aandacht moet daarbij tegelijkertijd op verschillende indrukken gevestigd kunnen worden en mag niet te lang aan een enkele blijven hangen. Snel moet worden beoordeeld welke van de verkregen indrukken het belangrijkste is en hoe daarop moet worden gereageerd. Het schatten van afstanden en snelheden speelt daarbij een groote rol, abnormale bewegingen, slingeren, slippen van de wagen, onregelmatigheden van de motor en oneffenheden in de weg moeten worden aan gevoeld, verblinding mag niet te sterk optreden, een zekere lichaamskracht is zeker noodzakelijk. Verschillende tests zijn ter beoordeeling hiervan door vele auteurs uitgewerkt.

Daar deze proefnemingen een goede indruk geven van hetgeen door den psychotechnicus van den chauffeur geëischt mag worden, volgt hier een kort lijstje van de meest gebruikelijke, zonder dat hierbij ook maar eenigszins naar volledigheid of critische bespreking gestreefd kon worden, en uitsluitend met het doel de aandacht te vragen voor een ruim beoordeelen van de keuringsmaatstaven, die men als keurend medicus aanlegt. Voor het overige verwijs ik naar de literatuur ¹⁾.

1. *De proef voor verspreide aandacht* ²⁾ moet ons oriënteren over de mogelijkheid van het op juiste wijze met motorische reacties antwoorden van den candidaat op visuele en geluidsindrukken.

2. *Het schatten van snelheden en afstanden.* ³⁾

3. *Proef voor het aanvoelen van bewegingen.* (Binet.) ⁴⁾

4. *Bepaling van de reactietijd.* (d'Arsonval.)

5. *Bepaling van kracht en vermoeibaarheid.*

6. *Nagaan van de vakbekwaamheid.*

7. *Het testen van het weldoordacht handelen.* (Poppelreuter.) ⁵⁾ ⁶⁾

¹⁾ Zie o.a. M. Lahy: „La sélection psychophysiologique des travailleurs-conducteurs de tramways et d'autobus”. Paris. Dunod. éd. 1927; Dr. R. A. Biegel et M. J. de Vries: „Une installation pour la sélection des chauffeurs aux Pays-Bas”. Le Travail Humain etc. 1935. Tome III, no. 2.

²⁾ Lahy: pg. 70 e.v. op. cit.

³⁾ ib. pg. 107.

⁴⁾ Alfred Binet: „Un nouvel appareil pour la mesure de la suggestibilité”. l'Année psychologique, 1901, pg. 524—536.

⁵⁾ Poppelreuter: Handbuch der sozialen Hygiene und Gesundheitsfürsorge, 6. Bd. Abschnitt „Psychologische Berufsberatung”.

⁶⁾ R. A. Biegel und M. J. de Vries: „Die Prüfung des überlegten Reagierens”. Psychotechnische Zeitschrift, 1932, Nr. 4, pg. 117—120.

8. *Het nagaan der verblinding.*^{1) 2)}

De waardeering van de uitkomsten van deze proefnemingen heeft plaats door vergelijking van de resultaten van een groot aantal proefpersonen met cijfers, die in het gewone werk van deze mensen aan hen kunnen worden toegekend.

Door het psychotechnisch onderzoek kunnen wij dus vele waardevolle gegevens omtrent de betrouwbaarheid van de proefpersonen als chauffeurs verzamelen.

Echter het is met de psychotechnische proeven in menig opzicht als met de medische onderzoekingen, als wij de psyche in een aantal onderdeelen hebben uiteen gerafeld en elk dezer onderdeelen afzonderlijk hebben onderzocht, zoo hebben wij nog geen overzicht over het geheel, noch over het functioneeren van deze onderdeelen in verband met elkaar, evenmin als de totale lichamelijke capaciteit zich opbouwt uit de diverse afzonderlijke orgaanfuncties. De functioneele mogelijkheid van het gehele soma is niet de som van de functies der afzonderlijke organen. Evenmin is dit het geval met de psyche. Whipple en Colvin³⁾ zeggen, dat datgene, wat we met de tegenwoordige psychische testst meten, verschillende min of meer los van elkaar staande functies zijn. Sprekende over intelligentieproeven bij kinderen, zeggen zij: "The obtaining of a high total score in these tests fails to get anywhere in our real inquiry as to just which one of the various mental functions are possessed by the extraordinarily heightened efficiency. Is it memory span, or capacity for concentrated attention, or ability to handle symbols, or apprehension of abstract relations, or acute perceptive capacity, or lively imagination, or originality, or breadth of associative tendencies, or speed of learning; or what, that demarcates such a child from other children?"

De vraag hier gesteld over de intelligentie van kinderen, kan ook gedaan worden aangaande de tests van chauffeurs en hun waarde. Waar men niet in staat is alle psychische functies

¹⁾ Zie noot 6, pg. 23.

²⁾ Dr. R. A. Biegel: „Rapport betreffende een onderzoek over de verblinding, veroorzaakt door ongekleurde lampen en door selectiva-lampen in automobielschijnwerpers". „Wegen". 1936, 12e Jg. No. 24, 16 Dec. pg. 583.

³⁾ 21st. Year Book, National Society for the Study of Education, 1922. Gecit. naar C. Spearman. "The Abilities of Man", pg. 23.

te meten, maar uit het oordeel over enkele van deze functies een soort van „geestelijk profiel” ¹⁾ opbouwt, blijft een groote kans op een verkeerde conclusie bestaan, zoo goed als men niet uit het functioneel onderzoek van een aantal organen conclusies mag trekken over de paraatheid van het heele lichaam. Spearman ²⁾ handelend over de onderdeelen van dit z.g.n. geestelijk profiel, zegt b.v. over het begrip „beweging”: “This is often depicted as a single faculty receiving then such names as „motor control” or „manual dexterity”. But at other times, here again, some special domain is carved out, such as the power of „kinosthetic discrimination” or that of „quick responsive action”.

Evenzoo is het bijvoorbeeld met een begrip als „aandacht”. In de psychotechniek wordt, zooals wij gezien hebben, met de „proef voor verspreide aandacht”, de vooral bij het chauffeeeren belangrijke mogelijkheid van het verdeelen van de opmerkzaamheid over meerdere zich opdringende en voor het besturen van motorvoertuigen belangrijke prikkels onderzocht.

Echter over de verdere innerlijke aandachtssrichtingen, in zoo innige samenhang met de toevallige belangstellingsrichting van den proefpersoon staande, zegt de test niets.

De oude anecdote over den chauffeur, die alle psychologische tests met lof doorstaan had, maar uit het laboratorium wegrijdende, een aardig meisje zag en daardoor afgeleid, tegen een boom reed, spreekt in al haar simpelheid niettemin boekdeelen.

Van Loon ³⁾ zegt: „De talrijke „,psycho-technische”” onderzoekingen en tests richten zich vooral op de beroepskeus en contrôle, waarbij speciaal de psycho-motoriek van trambestuurders, machinisten en in de latere jaren steeds meer het chauffeursberoep en de daarvoor gestelde eischen en testresultaten, een geliefd onderwerp van discussie vormden.

Zonder nu te kort te willen doen aan de door de psychotechniek bereikte waardevolle resultaten, die ook van belang zijn voor de algemeene en vooral voor de experimenteele psychologie, bleek toch, dat hoe méér men onderzocht en hoe critischer de resultaten werden verwerkt, des te meer groeide het naarstig

¹⁾ Lahy: op. cit. zie pag. 23, noot 1.

²⁾ Spearman: ib. pg. 34. Zie pg. 24, noot 3.

³⁾ Dr. F. H. G. van Loon: „Psychologie der Verkeersongevallen”. Verslag van de Tweede Wegverkeersdag der K.N.A.C., pg. 17.

onderzoek van reactietijden en -wijzen tot een veel méér omvattend en ingewikkeld probleem, waarbij allerlei andere, instinctieve zoowel als hogere kwaliteiten van aanleg en karakter, van temperament en tempo, betrokken zijn en dan niet in het laboratorium, maar op de weg, in de gevaarssituatie, in het schrikmoment”.

Godlevsky ¹⁾ kwam tot de conclusie, dat sommige personen, die aan de eischen bij een psychotechnisch onderzoek gesteld, niet voldeden, volkomen betrouwbare rijders waren. Hij besloot hieruit, dat de fysieke en „psychotechnische” hoedanigheden alléén, de geschiktheid als bestuurder niet bepalen en dus met een medisch en psychotechnisch onderzoek niet kan worden volstaan.

Leerink ²⁾ zegt: „Uit dit alles volgt m.i. wel duidelijk, dat een beschouwing van automobilisten etc., óf alleen van de psychotechnische, óf alleen van de moreele, óf alleen van de automobilistisch-technische kant (zooals resp. de psychotechnicus, de rechter en de rijvaardigheidscontroleur doen) altijd aan eenzijdigheid lijdt, hoezeer bestudeering van elk dezer onderdeelen ook tot de kennis van het geheel kan bijdragen.”

Waar een onderzoek, zooals dit thans geschiedt door medici, psychotechnici en materiaaltechnici nog niet in staat is een aantal van de bronnen der verkeersongevallen te ontdekken, moeten wij nog eens verder zien om te bespeuren waar hier de schoen knelt. Het is daarom goed eens op enkele diepere oorzaken van verkeersongevallen, zooals zij de laatste tijd bekend zijn geworden, in te gaan.

§ 6. *Samengesteldheid der factoren, die tot een ongeval aanleiding geven.*

Hij, die zich met het keuren van chauffeurs bezig houdt, beseft hierbij steeds, dat hij bij het vaststellen van een gebrek uiteindelijk zijn oordeel moet vellen over de vraag, of dit mankement aanleiding kan zijn tot het veroorzaken van een verkeersongeval of niet. Zoo gaat het er dus bijvoorbeeld voor den oorarts om, vast te stellen in hoeverre een minderwaardig gehoor tot het ontstaan van verkeersongevallen kan bijdragen. Het

¹⁾ gecit. naar Leerink: op. cit. zie pg. 7, noot 1. Zie ook Arts en Auto, 5 Jan. 1935.

²⁾ Leerink: pg. 193. op. cit. zie pg. 7, noot 1.

is daarom, dat wij hier even stilstaan bij de oorzaken van deze ongevallen.

De volgende zinsnede van Nixou¹⁾ geeft reeds direct de breedheid van dit onderwerp aan: „tout accident est le résultat d'une longue suite d'événements et peut-être rattaché à une cause lointaine, qui, bien souvent, consiste en une faute commise par une ou plusieurs personnes.”

Welke deze vérvérwijderde oorzaken en bedreven fouten eigenlijk zijn, hierover kunnen ons de verkeersstatistieken nog niet inlichten. Lahy en Korngold²⁾, handelend over arbeidsongevallen, zeggen, dat alle ongevalsstatistieken zich slechts beperken tot het opnoemen van de directe aanleidingen; diepere analyse hiervan echter niet mogelijk is uit de statistische gegevens.

Deze woorden zouden met even veel recht van de verkeersstatistieken gesproken kunnen zijn.

Onze verkeersstatistiek noemt b.v. als oorzaken van ongelukken: niet rechts rijden, verkeerd uitwijken of geen voorrang verleenen, verkeerd om hoek of door bocht rijden, nalaten signalen of teekens te geven, de veiligheid van het verkeer op andere wijze in gevaar brengen, niet opvolgen van bevelen der politie.

Men ziet, dat al deze ongelukken teweeggebracht kunnen worden door personen, die medisch en psychotechnisch volkomen goedgekeurd zijn en die ook hun proefrit naar behooren hebben afgelegd.

Waarom echter rijden deze mensen nu ineens *niét* rechts, verleenen ze *géén* voorrang etc.? Dit hangt samen met hun geheele psychologische gesteldheid of wellicht ook met tijdelijke kleine veranderingen in hun psychische structuur, die nu eenmaal te fijn zijn om bij keuring op te vallen, of die daarbij tijdelijk onderdrukt kunnen worden.

Diepere kennis van het vraagstuk bracht echter bestudeering van het karakter van de chauffeurs met zich mede en niet alleen, zooals reeds te voren werd aangestipt, van hen, die als goede

¹⁾ J. W. Nixou: „Quelques problèmes de la statistique des accidents à la lumière des statistiques Britanniques.” (Revue Internationale du Travail. Vol. XVIII, No. 6, 1928).

²⁾ J. M. Lahy et S. Korngold: „Recherches expérimentales sur les causes psychologiques des accidents du travail.” Le Travail Humain, no. 1 4e Année, Mars 1936, pg. 3.

chauffeurs kunnen worden gekenmerkt, maar juist van de slechte. Al spoedig bleek bij het bestudeeren van de verkeersongelukken, zoowel als op het breeder terrein van de arbeidsongevallen, dat bepaalde personen als het ware gepraedisponeerd zijn tot het krijgen en veroorzaken van noodlottige gebeurtenissen. Het zijn de „brokkenmakers”, de „Unfälle”,¹⁾ de „accident-prone drivers”. Het is alsof op deze menschen een fatum rust, steeds weer houden zij kleinere of grootere ongelukken, terwijl zij toch oogenschijnlijk tot de normalen van lichaam en geest behooren.

Bingham²⁾ zegt van hen: „The accident-prone driver is the man who somehow manages to have two or three times as many accidents as the average operator of a motor vehicle. He is apt to talk about his hard luck. Fate pursues him. He has several trivial mishaps in the course of a single season; or else he meets with a real disaster, and then duplicates it within a year. Occasionally he gets killed himself, but not often enough, those who fear him say; for he is concerned in possibly onethird or onehalf of the 32.500 annual fatalities”.

Het is vooral de analyse van deze ongevallen, die ons nader tot de werkelijke bronnen van de ongelukken kan brengen.

Henri Godlevsky³⁾ kwam bij zijn onderzoekingen tot de conclusie, dat sommige personen, die niet aan de eischen, bij psychotechnisch onderzoek gesteld, voldeden, in de praktijk toch volkomen betrouwbare chauffeurs bleken te zijn. Hij kwam derhalve tot het inzicht, dat men zich niet kan bepalen tot medisch en psychotechnisch onderzoek alleen, maar dat men, teneinde de werkelijke ongevalsbronnen op te kunnen sporen, ieder verkeersongeluk afzonderlijk moet analyseeren en dit niet alleen wat betreft de uiterlijke, maar ook de innerlijke oorzaken.

De ervaringen van Godlevsky loopten over 2000 chauffeurs vanaf 1926 en wel over bestuurders, die zoowel personen- als

¹⁾ C. H. Eliasberg: „Vorschläge zur statistischen, psychologischen und medizinisch-psychologischen Erforschung von Auto-Unfällen.” *Psychotechnische Zeitschrift*, 1931. VI, no. 3, p. 89 e.v.

²⁾ W. v. Bingham: op. cit. zie pg. 7, noot 2.

³⁾ Dr. Henri Godlevsky: Auditeur bij de Hooge Raad voor het Openbare gezondheidswezen in Frankrijk deelde in een voordracht op het Wegencongres te Straatsburg in 1933 zijn ervaringen van zijn 7 jarigen arbeid bij de Veiligheidsdienst van de Transportmaatschappijen mede. Zie *Arts en Auto*, 5 Jan. 1935. No. I, pg. 4 e.v. Gecit. n. Prins.

vrachtwagens besturen in Parijs en omgeving en gemiddeld per dag 100 k.m. afleggen. In 5 jaren tijd werden, in samenwerking met de betrokken verzekeringsmaatschappijen, 20.000 feiten, van kleine tot groote, ontleed. Van veel belang immers zijn voor het opsporen van de kenbronnen der ongevallen ook de kleinere, die vaak niet ter kennis van de politie geraken en derhalve ook niet in de officieele statistieken, die op politierapporten berusten, tot uiting komen. Voor de kennis der ongevals-oorzaken is immers niet zoozeer het uiteindelijke resultaat, als wel het feit, dat er een verkeersfout is gemaakt, van belang.

Wat bleek nu bij analyse dezer gebeurtenissen? Eenige voorbeelden mogen dit hier nader illustreeren:

1. Een 55 jarige chauffeur, die al 30 jaar rijdt en sinds 1930 geen ongeval veroorzaakte, heeft 3 aanrijdingen in 2 weken tijds. Bij medisch onderzoek blijkt er een lichte hemiparese op grond van arteriosclerose te bestaan. De man werd aangesteld als garageknecht.
2. Een 43 jarige chauffeur, tot 1931 zonder ongeval, heeft in Jan. en Febr. 1931 een botsing. Bij onderzoek komt een verminderde visus te voorschijn; na correctie hiervan traden geen ongevallen meer op.
3. Een model chauffeur heeft in 1930, tusschen 6 en 7 uur 's avonds, op de thuisreis, 2 maal een ongeluk. Zijn vrouw bleek ziek en onverzorgd te zijn, zoodat de chauffeur zich telkens haastte, thuis te komen. Na verzorging van zijn echtgenoot bleven verdere ongevallen uit.

Voor al dit laatste voorbeeld, dat met vele andere van gelijke aard kan worden aangevuld, toont aan hoe het voor kan komen, dat iemand, die de zwaarste medische en psychotechnische keuring doorstaat, toch grove verkeersfouten kan maken.

Belangrijk is ook een juiste analyse bij het onderzoek van de wagen, die bij 't ongeluk betrokken was. Zoo werden door Godlevsky gevallen geregistreerd, waarbij steeds de wagen aan dezelfde kant beschadigd werd; bij nader onderzoek bleek dan eenzijdige oog- of ooraandoening bij den chauffeur aanwezig te zijn.

In Amerika werd dit systeem van ongevalsanalyse, waarbij de geheele persoonlijkheid der chauffeurs en tevens hun sociale en huiselijke omstandigheden in aanmerking worden genomen, ook reeds toegepast.

Walter v. Bingham¹⁾ noemt meerdere gevallen in zijn studie, waar een nauwkeurige analyse leidde tot de ontdekking

¹⁾ W. v. Bingham: loc. cit. zie pg. 7, noot 2.

van een bepaald, den chauffeur zelf onbekend, lichamelijk gebrek, of tot de ontdekking van bepaalde familieomstandigheden, voorts tot de herkenning van soms slechts lichte alcoholabusis voerde, die toch voor den persoon in kwestie fataal was, of aan het licht bracht, dat geestelijke zorgen als ondergrond van het ongeval waren te beschouwen, dan wel, dat eenmaal aangeleerde fouten in de rijtechniek een rol speelden. Een enkel voorbeeld, aan Bingham ontleend, moge dit nader illustreeren:

1. Een bus-chauffeur had in 1926 de langste lijst van ongelukken van 2500 bus-chauffeurs in Boston. Het bleek, dat bijna al deze ongelukken, 18 in getal, van dezelfde aard waren; de bus was vrijwel steeds in de linker achterhoek aangereden; de bus-chauffeur was dan ook meestal als onschuldig beschouwd, daar zijn bus was aangereden en niet hij de aanrijder was. Bij een goede observatie van zijn rijtechniek bleek echter, dat hij de gewoonte had snel te rijden en wel dicht langs de trottoirband, totdat hij een vóór hem geparkeerde auto naderde; dan reed hij tot vlak bij deze wagen en zwenkte dan plotseling naar het midden van de weg teneinde het obstakel te vermijden. Het gevolg echter was, dat chauffeurs van achter hem rijdende voertuigen, wier uitzicht geblokkeerd geweest was, plotseling boven op de bus reden en als schuldig aan het ongeluk werden aangemerkt. Verandering van rijtechniek bracht hier uitkomst.
2. Hier kunnen we het best Bingham zelf aan het woord laten. Handelend over een bus-chauffeur, zegt hij van dezen: „Previous to 1927 he had had an excellent record. Then the trouble began. When a supervisor was assigned to observe his operation, he reported that the men looked worried. He did not seem to be in the best of health. He was asked to visit the medical examiner, and the report came back: bad case of malnutrition, with loss of weight. A frank and friendly talk brought out the fact that his wife had died seven months before. He had five children. The eldest, a daughter in a high school, was to graduate in three months. This motor-man was worrying much of the time while operating, because discipline had disappeared at home and his children were running riot. Moreover, he was trying to be mother and cook as well as provider. He was not a good cook, and the more he worried the less he could digest of his own poor cooking. His accident record gave him further cause for worry. What if he should lose his job?”

Deze luttele voorbeelden zouden met zeer vele vermeerderd kunnen worden en geven een beeld van het sterke uiteenloopen der ongevalsoorzaken.

Blijkens een mededeeling van v. L o o n bestaat een dergelijk systeem van rustige analyse van de ongevalsbronnen hier te lande ook reeds in een iets andere vorm bij de „Atam”.

Na elk ongeval volgt een rustige bespreking van de(n) be-

trokkene(n) met den hierin gespecialiseerden Directeur, waarbij de fout wordt opgespoord, en den chauffeur duidelijk gemaakt.

G. A. P r i n s¹⁾ heeft in een artikelenreeks hier te lande de methode van de uitgebreide en wetenschappelijk gevoerde analyse van de verkeersongevallen warm aanbevolen. Niet alleen wenscht hij bij alle ernstige ongelukken op de weg, evenals dit bij een inbraak of moordaanslag geschiedt, van overheidswege een uitgebreid onderzoek door speciale deskundigen, bijgestaan door een ambtelijk, gerechtelijk geneeskundige, maar bij alle overige, kleinere ongevallen dient na een juiste vaststelling der feiten een deskundige analyse van de geregistreerde gegevens plaats te hebben. Op elk rijder moet derhalve een administratieve contrôle uitgeoefend worden, waartoe de Assurantiemaatschappijen en groote bedrijfsondernemingen hun medewerking moeten verleen.

Uit het voorgaande is nu wel voldoende gebleken, dat de oorzaken van ongevallen zeer complex kunnen zijn en te vinden op medisch, psychotechnisch, psychologisch en sociaal gebied. Het is duidelijk geworden, dat onze kennis van de diepere oorzaken der ongevallen nog slechts oppervlakkig is, maar dat, door samenwerking van alle bovengenoemden, deze oorzaken tenslotte beter zullen worden gekend, en de bestrijding ervan derhalve ook in betere banen zal kunnen worden geleid.

Bovenal is uit het tot nu toe beschrevene wel duidelijk geworden, dat niet een enkel symptoom of een enkel gebrek de doorslag mag geven in de beoordeeling van iemands rijvaardigheid. In het licht van deze beschouwingen kunnen wij thans de literatuur, die over den slechthoorende als chauffeur is verschenen, vanuit een critisch oogpunt beschouwen.

¹⁾ G. A. P r i n s: „De Wetenschappelijke analyse der Verkeersongevallen.” Arts en Auto, 4e Jg., No. 3, 26 Febr. 1938; No. 4, 26 Mrt. 1938; No. 5, 23 April 1938; No. 7, 18 Juni 1938.

HOOFDSTUK II.

„Kann man einem Schwerhörigen oder gar Tauben die Erlaubnis zur Führung eines Motorwagens erteilen?.... hierin gehen nicht nur beim Laien sondern sogar in fachärztlichen Kreisen die Ansichten auseinander”.

K. Ulrich.

§ 1. *Zijn geluidssignalen van belang voor de verkeersveiligheid? —*
§ 2. *Andere geluidssphenomenen, die bij het chauffeeen een rol kunnen spelen. —* § 3. *Kunnen slechthoorenden goede chauffeurs zijn? —* § 4. *De eischen, die in wetgeving en literatuur aan het gehoororgaan gesteld worden. —* § 5. *Richtlijnen naar een bevredigende oplossing van het vraagstuk.*

Bezien wij na de algemeene inleiding eens nader het eigenlijke vraagstuk van dit proefschrift, n.l. welke eischen aan het gehoororgaan bij het chauffeeen moeten worden gesteld en in hoeverre slechthoorenden derhalve achter het stuur kunnen worden toegelaten, dan wordt al spoedig duidelijk, dat wij hier met één van de meest omstreden problemen, wat betreft de rijvaardigheidseischen, te doen hebben. In de literatuur, zoowel als in de Wetgevingen van verschillende landen, komen de meest uiteenlopende meeningen tot uiting. Gedeeltelijk is dit verschijnsel toe te schrijven aan de onbekwaamheid tot oordeelen van de schrijvers, die zich op het doofheidsprobleem alléén blind staren, zonder de verdere eischen in het geding te betrekken, gedeeltelijk aan het feit, dat de verkeersproblemen in diverse landen niet zonder meer onderling vergelijkbaar zijn, — terecht wijst Ulrich er op, dat verkeersregelingen, zooals deze in Amerikaansche steden gelden, niet toegepast kunnen worden op Zwitsersche bergwegen, — gedeeltelijk ook aan het in de loop van een tiental jaren veranderde karakter van het wegverkeer, waardoor de meeningen van oudere schrijvers reeds spoedig door de feiten gelogenstraft werden, tenslotte óók aan de moeilijkheid, die zich voordeed om een eenvoudige formule te vinden, welke bij keuring kon worden toegepast.

In groote trekken komt het probleem neer op de beantwoor-

ding van de vraag, of geluidssignalen of andere acustische fenomenen voor de verkeersveiligheid van belang zijn. Immers als men hierop ontkennend zou moeten antwoorden, kan men rustig het belang van goed hooren als van onwaarde taxeeren; in de tweede plaats kan men de oplossing van het vraagstuk benaderen door na te gaan of slechthoorenden bewezen hebben goede chauffeurs te zijn, of dat zij in gebreke blijven, terwijl, als men tot de conclusie mocht zijn gekomen, dat het gehoor een zekere rol bij het chauffeeeren speelt, het er op aan komt, deze rol nader te definieeren en zooveel doenlijk de eischen vast te stellen, waaraan het gehoororgaan moet voldoen, wil het een betrouwbaar zintuig bij deze handeling blijken.

Wenden wij ons thans tot datgene wat in de literatuur, practijk en wetgeving omtrent de oplossing van deze vragen wordt bijgedragen.

§ 1. *Zijn geluidssignalen van belang voor de Verkeersveiligheid?*

a. *De waardeering van het geluidssignaal als waarschuwing is teruggegaan.*

Het is een niet te ontkennen feit, dat het acustische signaal in de algemeene waardeering sedert het begin van het automobilisme tot op heden sterk is teruggegaan. In zekeren zin heeft het zijn eigen graf gegraven. Want waar met de enorme toename van het automobilisme vooral in de groote steden ook het aantal geluidssignalen, dat zich in het verkeer liet hooren, in sterke mate toenam, daar ging de waarde van het enkele afzonderlijke waarschuwingsteeken te midden van de cacophonie der andere sterk terug, zoodat men tot de ontdekking kwam, dat men in de verkeerschaos der groote centra eigenlijk in 't geheel niet meer „op het gehoor” reed en derhalve beter deed, de geluidssignalen te beperken of geheel af te schaffen. Nog geen tien jaar geleden schreef Esch¹⁾: „Auf belebten Strassen und Plätzen ertönt ein Signal nach dem anderen. Im Interesse der Verkehrssicherheit muss sie der Lenker eines Kraftfahrzeuges alle hören”. Deze meening is wel zeer obsoleet geworden.

¹⁾ Prof. Dr. A. Esch: „Schwerhörige Kraftfahrer,” Z.schr. f. Hals-Nasen-Ohrenheilk. 1929, 23, pg. 34.

Niet alleen het inzicht, dat bij een overmaat van prikkels de afzonderlijke stimulans zijn waarde verliest, werkte de beperking van het gebruik der geluidssignalen in de hand, aan deze beperking werd tevens medegewerkt in de eerste plaats door het invoeren van maatregelen de verkeersveiligheid betreffende en in de tweede plaats door het instellen van bepalingen, die het tenslotte ondraaglijk geworden verkeerslawaaï zooveel mogelijk beknotten ¹⁾.

Wat de verkeersveiligheid betreft, het bleek steeds meer, dat het geluidssignaal op plaatsen, waar het in overmaat wordt gegeven niet alleen niet meer aan zijn doel beantwoordt, maar ook dat het vertrouwen erop, terwijl de eigenlijke waarde gedaald was, aanleiding tot onnoodige roekeloosheid gaf. Immers degene, die een verkeersongeval veroorzaakte, dat ondanks zijn claxonneeren was ontstaan, vond een ondeugdelijke verschooningsgrond in zijn bewering „toch gewaarschuwd te hebben”; het blindelings vertrouwen op ondeugdelijk geworden signalen verhoogde bovendien de neiging tot het rijden met snelheden, die in disproportie tot de verkeerssituatie stonden — de meest voorkomende bron van ongelukken —. Het bleek derhalve hier en daar, dat bij uitsluiting of beperking van het claxonsignaal tot de rang van noodsignaal, het verkeer in groote centra veiliger, geluidloozter en derhalve logischer werd.

De noodzaak tot lawaaibeperking doet zich uiteraard vooral 's avonds en 's nachts gelden en juist dan kan het acustische signaal vaak vervangen worden door het optische; het knipperlicht kwam in veel gevallen in de plaats van het geluidssignaal.

In de ijver het straatlawaaï (dat overigens slechts voor een deel aan het automobilisme is toe te schrijven en mede te danken is aan bovengrondsche treinen, drillboren, rammelende wagens, fietsbellen, luidschreeuwende radio's, straatventers etc.), zooveel mogelijk te beperken, beschuldigde men het claxonsignaal, in stede van het als waarschuwingsteeken te waardeeren, zelfs van directe aanslagen op het leven. Er zijn gevallen beschreven, waarin weggebruikers door een plotseling gegeven claxonsignaal schrokken en daardoor handelingen verrichtten, die leidden tot doodelijke ongevallen.

¹⁾ Zie o.a. Mr. N. R. H. van Essen, „Verkeersorde en Nodeloos Lawaaï”. Verslag van den Eersten Wegverkeersdag van de K.N.A.C. 23 Oct. 1935, pg. 5.

Echter het feit, dat *onoordeelkundig* gebruik van een geluidssignaal aanleiding kan zijn tot ongevallen, mag nog niet leiden tot afschaffing daarvan. Het verkeerd gebruiken van een richtingsaanwijzer kan ongetwijfeld ook noodlottige gevolgen hebben, maar mag toch niet voeren tot een verbod van deze signalen.

Gaan wij thans eens na, waar en op welke wijze het claxonneeren aan banden is gelegd ¹⁾, dan blijkt dat het voor den „Anschluss” te Weenen verboden was 's nachts te claxonneeren. Thans gelden daar waarschijnlijk dezelfde wetten als in de rest van het Duitsche rijk, waar, evenals in Engeland en de Vereenigde Staten *noodeloos* claxonneeren is verboden. In *noodgevallen* blijft echter het geluidssignaal bestaan.

In ons nabuurland België geldt ²⁾, dat in bebouwde kommen tuschen 22 uur 's avonds en 7 uur 's morgens geen geluidssignaal meer gegeven mag worden. Gedurende de andere uren mogen de bestuurders van motorrijtuigen slechts een geluidssignaal geven *als de veiligheid van het verkeer zulks eischt* ³⁾; het toeteren als uiting van ongeduld, om de aandacht te vragen etc. is dus verboden.

Te Helsingfors, Stockholm, Rome, Milaan en Napels werden absolute claxonneerverboden uitgevaardigd met het doel de bestuurders te dwingen zoodanig langzaam te rijden, dat iedere botsing vermijdbaar was.

In Parijs werd voorgeschreven ⁴⁾, dat 's nachts vaart verminderd moest worden, teneinde geluidssignalen overbodig te maken: „Entre 21 heures et 8 heures du matin, les conducteurs de véhicules automobiles sont tenus de ralentir, partout où besoin est, pour que l'emploi de l'appareil avertisseur devienne inutile”. Het geven van knippersignalen wordt daarbij toegestaan.

Hier te lande bestaat deze tweeslachtige toestand eveneens. Eenerzijds is men *verplicht* geluidssignalen te geven, wanneer de veiligheid dit vereischt, anderdeels is het *verboden* zoo te handelen. Art. 23 lid I van het Motor-Rijwielreglement schrijft

¹⁾ zie o.a. Leerink pg. 552 e.v. op. cit. zie pg. 7, noot 1.

²⁾ Koninklijk Besluit 24 November 1935.

³⁾ A. Persijn: „Enkele actueele Belgische Verkeersvraagstukken”. Verslag van den Eersten Wegverkeersdag van de K.N.A.C. 23 Oct. 1935, pg. 26.

⁴⁾ Ordonnance du Préfet de Police, 30 Juli 1935.

voor, dat men verplicht is *a.* bij dag, indien noodig, binnen bebouwde kommen met de hoorn etc. signaal te geven, *b.* bij nacht vóór 10 uur 's avonds hetzij te handelen als onder *a.*, hetzij een knippersignaal te geven, en *c.* bij nacht na 10 uur 's avonds bij hoogste noodzaak te handelen als onder *a.*, in andere gevallen een knippersignaal, als onder *b.* bedoeld te geven.

De maatregelen in verschillende plaatsen en landen wijken dus van elkaar af, geen wonder, dat de resultaten ook uiteenloopen. Het systeem, dat wij hier volgen, schijnt allerminst te voldoen. Leerink¹⁾ deelt mede, dat te Amsterdam na invoering van het (gedeeltelijk) claxonneerverbod na tien uur 's avonds, het aantal verkeersongevallen is toegenomen en van 22 u. tot 1/2 u. vóór zonsopgang in Nov. en Dec. 1936 44 bedroeg, tegenover 26 in 1935.

In Helsingfors, Parijs en de Italiaansche steden is het aantal verkeersongelukken sedert 't invoeren van de geheel- of gedeeltelijke claxonneerverboden inderdaad afgenomen; men hoede er zich echter voor deze gevolgen alleen toe te schrijven aan het feit, dat er niet meer op de geluidssignalen wordt vertrouwd, daar 't invoeren van de geluidsverbodsbepalingen tevens gepaard ging met het invoeren van allerlei andere verkeersmaatregelen, als het instellen van „passages cloutés”, voorrangsstraten, beter politietoezicht enz. Hoe dit ook zij, het is wel duidelijk geworden, dat de waarde van het acustische signaal *in de groote steden* gering is, al kan men niet ontkennen, dat in noodgevallen het zeker als waarschuwingsmiddel eenige waarde blijft houden.

Teneinde de meening van eenige verkeersautoriteiten hier te lande te vernemen omtrent een aantal verkeersproblemen, heb ik de politiechefs van het verkeerswezen in de vijf grootste gemeenten naar hun oordeel gevraagd. Allen zijn van meening, dat de acustische signalen weliswaar tenopzichte van de visuele ook nog in de toekomst zullen afnemen in belangrijkheid, *dat zij echter steeds als noodsignalen hun waarde zullen blijven behouden.* Plotseling de weg opkomende obstakels, als spelende kinderen, van achter voertuigen opduikende voetgangers etc. zullen gewaarschuwd moeten worden door den automobilist, die zelf ook de „noodsignalen” van naderende brandweerauto's,

¹⁾ Leerink, pg. 556. op. cit. zie pg. 7, noot 1.

politieauto's, auto's van de geneeskundige dienst etc. moeten kunnen waarnemen.

Welke conclusies mag men hieruit nu aangaande het te eischen hoorvermogen bij chauffeurs trekken?

Ulrich¹⁾ vermeldt, dat degenen, die een lans breken voor de slechthoorenden als chauffeurs, het feit, dat zonder claxonneeren gereden *kan* worden als een welkom argument voor hun pleidooi aanhalen. Burger²⁾ legt in zijn artikel „Taube Automobilführer” zeer de nadruk op de daling van het aantal ongevallen tengevolge van het claxonneerverbod. Echter, na bovenstaande uiteenzetting moet men inzien, dat het claxonneerverbod slechts daar waarde heeft, waar door de overmaat van geluidsprikkels het enkele signaal toch verloren ging, en dat het acustisch signaal in noodgevallen een zekere waarde heeft behouden.

Dit alles geldt dan ook nog maar voor groote verkeerscentra. Op buitenwegen en in kleinere provincieplaatsen, waar het verkeer minder goed gedisciplineerd is en onverwachte verkeerssituaties gemakkelijk kunnen ontstaan, terwijl toch het automobielerverkeer een zekere minimumsnelheid moet volhouden wil het niet in zijn karakter worden aangetast, in een omgeving tenslotte waar door geringere lawaai-intensiteiten van het verkeer de eisch tot lawaai-beperking minder dwingend is, daar behoudt het claxonsignaal zijn waarde.

Met nadruk moet ik evenwel wijzen op het feit, dat een streng onderscheid gemaakt moet worden in de waardeering van claxonlawaai voor den automobilist en de overige weggebruikers. Het is ongetwijfeld een feit dat het vooral deze laatsten zijn die ervan profiteeren en dat de waarschuwendende beteekenis voor hen grooter is dan voor den chauffeur zelf. Dit versterkt het standpunt van hen die de slechthoorenden willen laten chauffeeeren wel eenigermate. Wij zullen thans hierop nader ingaan.

¹⁾ K. Ulrich: „Gehör und Motorzeugführung” Schweiz. Med. Wochenschrift 1933, Nr. 30, pg. 735.

²⁾ Prof. H. Burger: „Taube Automobilführer”. Acta Oto-Laryngologica Vol. XXVI, 1935.

b. *In hoeverre heeft het acustisch signaal waarde voor den chauffeur zelf?*

Het is geen wonder, dat het vooral de Zwitsersche artsen zijn geweest, die veel moeite hebben gedaan om de juiste waarde van het geluidssignaal voor den chauffeur en wel speciaal in verband met slechthoorendheid te bepalen. Immers juist dit bergland met de vele onoverzichtelijke bochten, plotseling opkomende weersveranderingen (mist), vele oude, niet op snelverkeer ingerichte steden en dorpen geeft aanleiding tot onoverzichtelijke situaties en derhalve tot het gebruik van acustische waarschuwingssignalen.

Allereerst iets over onoverzichtelijke bochten.

Nager¹⁾ had reeds in 1923 zijn standpunt dienomtrent als volgt geformuleerd: „Für den Landverkehr, ganz besonders für den zunehmenden Gebirgsverkehr aber ist ein gutes Hörvermögen deswegen absolut notwendig, weil ein in entgegengesetzter Richtung heran nahender Wagen sehr oft durch die starken Biegungen z.B. der Alpenstrassen optisch gar nicht wahrgenommen werden kann”.

Nager stelde in de vergadering van Oor-Neus-Keelartsen voor, het onderwerp van den slechthoorenden chauffeur nader te onderzoeken. Het duurde echter tot 1932, toen Chéridjian²⁾, naar aanleiding van een moeilijk te beoordeelen geval, opnieuw de meening van deze vergadering over het onderhavige onderwerp vroeg, vóór men tot resultaten kwam. Op voorstel van Oppikofer werd aan Ulrich opgedragen uit de literatuur en opgedane ervaringen een oordeel te vormen over de verschillende vraagstukken betreffende slechthoorendheid bij chauffeurs en zijn meening in een rapport neer te leggen, hetwelk het jaar daarop verscheen³⁾.

Hij wijst daarin, evenals Nager reeds deed, vooral op het belang van een goed gehoor bij onoverzichtelijke bochten, die zooveel in het bergland voorkomen.

Een andere meening is echter Burger toegedaan. Hij geeft

¹⁾ Nager: „Hörvermögen und Automobilführer”. Schweiz. Med. Wochenschr. 1923, No. I, pg. 22.

²⁾ Chéridjian: „Peut-on permettre à un sourd de conduire une automobile?” 20ième Réunion annuelle de la Société d'Oto-Rhino-Laryngologie, 1932, Nr. 53, pg. 1255.

³⁾ K. Ulrich: „Gehör und Motorzeugführung”. Schweiz. Med. Wochenschrift 1933, Nr. 30, pg. 735.

weliswaar toe, dat op haarspeldbochten het waarschuwend claxonsignaal moeilijk te ontberen is (vooral zooals Ulrich zegt bij nevel en in de schemering). Hij wil de waarde van dit feit echter verzwakken door te beweren, dat men ook daar het eigen hoornsignaal veel beter hoort dan dat van een tegenligger en dat men in ieder geval de richting waaruit het geluid komt niet vast kan stellen.

Tegen Burger's meening kan men het volgende inbrengen: Zooals verderop zal blijken, is inderdaad het richtingshooren in de steden van weinig belang, maar op een bergweg kan alleen het geluid van vóór, d.w.z. op het vóórliggende weggedeelte, of van achter een bocht komen. Dit is alles bovendien in overeenstemming met de proeven van Perwitschky en Bitterauf, waarbij bleek, dat het richtingshooren weliswaar in steden van geen belang is door de reflexie, die het signaalgeluid ondergaat, *maar dat op landwegen in 97 % der gevallen goed gelocaliseerd wordt of het geluid van vóór of van achter de eigen wagen komt* (zie pag. 61). Uitdrukkelijk vermeldt Perwitschky, dat deze resultaten op wegen, die door beboschte of bergachtige streken liepen, dezelfde waren als die op open landwegen. Wat achter den chauffeur ligt, kan meestentijds in het spiegeltje beoordeeld worden; komt het geluid niet van achteren, dan dreigt er dus gevaar vóór, d.w.z. óm de bocht. Dat men zijn eigen claxon luider hoort, is bijna altijd het geval, de hoofdzak is echter, dat men de andere ook hoort. Daarbij komt, dat iedere hoorende automobilist aan het timbre zal kunnen vaststellen, dat een andere claxon dan zijn eigen geluid geeft. Geeft Burger dus toe, dat hooren in bergland een rol speelt, zijn successieve beperkende opmerkingen zijn niet steekhoudend. Bovendien, als men toegeeft, dat het claxonneeren noodzakelijk is bij onoverzichtelijke bochten in het bergland, dan kan men toch moeilijk ontkennen, dat dit eveneens het geval is bij onoverzichtelijke bochten in andere streken, waar ze toch óók voorkomen.

Behalve het genoemde geval van de onoverzichtelijke bochten in de bergen, noemen Franz, Ulrich en anderen nog de volgende situaties, waarin aan het oor beteekenis moet worden toegekend: rechthoekige kruisingen en onder scherpe hoeken in elkaar loopende wegen, bij het uitrijden van direct aan de weg gelegen erven, garages enz., bij het voorbijrijden, bij waarschuwend

uitroepen, bij het in- en uitrijden van verkeerstunnels etc. Al deze situaties kunnen nog gecompliceerd worden door mist en invallende schemering.

Burger daarentegen kent in al deze omstandigheden aan het oog en niet aan het oor de doorslaggevende beteekenis toe. Beider standpunt is m.i. gekleurd door de persoonlijke visies van de schrijvers, maar mijn oordeel helt over naar dat van Ulrich c.s. en wel om de volgende redenen.

Men zou het voorkomen van botsingen wellicht kunnen vermijden door bij iedere onoverzichtelijke bocht uiterst langzaam en voorzichtig te rijden, en zeker zal men van iederen automobilist mogen eischen, dat hij vaart vermindert in deze situatie. Het is echter, vooral in een land met vele verkeersobstakels als het onze (waar derhalve reeds vele malen, althans buiten de groote verkeerswegen vaart verminderd of gestopt moet worden), ondoenlijk voor iedere garage, iedere uitrit, ieder niet geheel overzichtelijke bocht vaart te verminderen, zóódanig, dat bij eventueel plotseling opduikende gevaren geen meer of minder ernstige botsingen plaats kunnen hebben. Men moet niet vergeten, dat men wel van een automobilist mag eischen, dat hij voorzichtig rijdt, maar vergete niet, dat automobilisme per slot van rekening in wezen snelverkeer is. Voor hem, die dan ook van de auto gebruik wil maken om grootere afstanden af te leggen, is het zeker in een land met sterke lintbebouwing als het onze, zaak, een zeker uur-gemiddelde, al is het nog zoo bescheiden, vol te houden. Zeker wordt het voortdurend vaartverminderen en weer optrekken moeilijk, als men te doen heeft met zware vrachtwagens, die vaak groote afstanden hebben af te leggen. Het is dus zoo, dat men eenvoudig niet van het automobilisme kan eischen, dat het zich onder een zeker minimumsnelheid zal voortbewegen, daar dan het wezen van dit verkeer wordt aangetast en zeker is het zoo, dat deze eischen in de practijk, ook niet zelfs door een zeer zorgvuldig geselecteerd chauffeurscorps zouden worden nageleefd. In de nieuwe Verkeerswet zal ook een maximumsnelheid van 45 K.M. in bebouwde kommen worden toegestaan. Dit brengt derhalve met zich mee, dat steeds weer kans blijft bestaan op verkeersongevallen in de gemelde situaties (pg. 22 van de Statistiek van de verkeersongevallen 1936 vermeldt, dat van de 43724 in totaal plaats gevonden hebbende verkeersongevallen niet minder dan 17709 zijn ge-

schied op, of nabij een hoek of een kruispunt van twee of meer straten, c.q. wegen).

Is het visueele orgaan nu alleen niet voldoende om hier toch althans de grootst mogelijke veiligheid te geven? Bij het beantwoorden van deze vraag bedenke men, dat het ontstaan van een verkeersongeval een gevolg is van allerlei gecompliceerde omstandigheden, afhangende van de toestand ter plaatse, de weg, het overige verkeer, de verlichting, de lichamelijke en de psychische gesteldheid van den chauffeur en zijn mede-passagiers, de toestand van de wagen etc.

Het zal dus altijd moeilijk blijven achteraf te constateeren, of een bepaald ongeval voornamelijk is ontstaan, doordat de betrokken chauffeur de situatie niet behoorlijk heeft kunnen overzien. Toch is het zeer goed mogelijk, en ieder automobilist zal toe moeten geven, dat er wegsituaties voorkomen, die moeilijk te overzien zijn. Wat blijft er dan over als het waarschuwend claxon-sigitaal? Waarom zal men, indien men de beschikking over dit waarschuwingssigitaal heeft, er geen gebruik van maken? *Maar, als men verlangt, dat in bepaalde gevallen geluidssignalen moeten worden gegeven, moet men ook verlangen, dat deze signalen gehoord kunnen worden!*

Uit het voorgaande bleek reeds, dat bij mist, in de schemering, als ook bij regenvlagen, sneeuw, etc., de acustische signalen van belang moeten worden geacht. Ulrich en anderen zijn de meening toegedaan, dat bij mist en dergelijke omstandigheden, het gehoor een grootere rol speelt. Burger echter zegt, dat in de schemering langzaam rijden en groote visueele aandacht meer waard zijn, dan luide, dreigende geluiden. M.i. is zoowel het een als het ander van belang.

Andere omstandigheden, waarin het gezichtsvermogen een minder betrouwbare gids vormt dan gewoonlijk, en waarin derhalve het gehoor weer in belangrijkheid toeneemt, zijn de schemeruren. Iedere automobilist weet uit ervaring, dat het in de schemering gevaarlijk rijden is, omdat het schatten van afstanden en snelheden moeilijker wordt, de contouren minder scherp begrensd etc., terwijl het feit, dat sommigen reeds wel, anderen nog geen lichtsignalen geven, nog tot meerdere verwarring aanleiding geeft. Ook hier zal het acustisch sigitaal van waarde kunnen zijn.

§ 2. *Andere geluidsp fenomenen die bij het chauffeeeren een rol kunnen spelen.*

a. Zooals Ulrich en anderen aangeven kunnen ook andere waarschuwendende geluidsprikkels van belang zijn bij het besturen van een motorrijtuig. Franz ¹⁾ schrijft: „Oft sind auch weniger laute Gefährdungswarner von Bedeutung, so Warnungsschreie, Piffe, Rufe mit deutlich ausgesprochenen Worten; oft kann dadurch ein Weiterfahren, ein Verkehrtfahren, und damit eine Katastrophe verhindert werden.”

Ook Quix ²⁾ deelt eenige van deze situaties mee.

Ook het volgende is te overwegen: men kan ingespannen bezig zijn de situatie vóór zich op de weg visueel te observeeren, maar dit brengt met zich mede, dat de oogen op die situatie gericht moeten blijven, m.a.w. visueel kan men slechts een *enkele situatie tegelijkertijd beoordeelen*. In het verkeer nu spelen zich vaak meerdere situaties tegelijkertijd af. Zoowel vooruit op de weg als van terzijde en van achteren kunnen plotseling obstakels verrijzen. Het zal in veel gevallen nog mogelijk zijn voor den geroutineerden automobilist deze in enkele oogopslagen te overzien, het zal echter ook kunnen voorkomen, dat deze situaties door één oogenpaar eenvoudigweg niet kunnen worden overzien, of de situatie kan zelfs zoo zijn, dat de chauffeur, alleen de situatie vóór zich kunnende overzien, het onverantwoord van zichzelf zou vinden, als hij zijn oogen ergens anders, waar hij immers geen gevaar kan vermoeden, heen zou wenden. In dit geval kan het auditieve orgaan zijn opmerkzaamheid trekken en waarschuwen; niet alleen vóór U, maar ook hier terzijde, *waar U nog niets ziet*, dreigt gevaar, een gevaar, dat eerst na eenige oogenblikken *zichtbaar* zal worden.

Men moet het gehoor in deze gevallen dan ook beschouwen als een verlengstuk van het gezicht, een zintuig, dat de aandacht van het visuele orgaan richt. Situaties, waarin het goed waargenomen acustische „signaal” een ongeluk voorkwam, komen ongetwijfeld zeer veel voor; in de literatuur zijn er begrippe-

¹⁾ O. Franz: „Medizinische Grundlagen für die Beurteilung der zum Führen eines Automobils notwendigen physischen und psychischen Fähigkeit”. Schweiz. med. Wochenschrift. 1930. Jahrg. 60. Nr. 22, pg. 507 e.v., Nr. 23, pg. 534 e.v., Nr. 24, pg. 553, e.v.

²⁾ Prof. Quix: „De eischen te stellen aan de gehoorscherppte van chauffeurs”. Arts en Auto, 14 Maart, 1936, No. 6.

lijkerwijze niet veel te vinden, daar een vermeden ongeluk nu eenmaal geen publicatie waardig wordt geacht. Uit de kleine enquête bij de chefs van verkeerswezen bleek alweer, dat zij de meening zijn toegedaan, dat menig ongeval door het goed hooren van dreigende gevaren is voorkomen. De waarnemende hoofdcommissaris van politie te Den Haag, de heer Kramer, noemt hun aantal zelfs legio.

Hoe groot het aantal ongelukken is, dat door tijdig geven van een geluidssignaal of een andere acustische prikkel werd voorkomen, kan men slechts vermoeden.

b. Het gehoororgaan speelt ook een zekere rol bij het controleren van de eigen wagen. Wij kennen allen het verschijnsel, dat onze aandacht plotseling wordt gevraagd door een klok, die stil gaat staan, terwijl wij haar niet bewust waarnamen, toen ze regelmatig liep. Iets dergelijks kan optreden, indien de motor onregelmatigheden gaat vertoonen.

Franz, Nager, Ulrich, Birkholz¹⁾ kennen allen aan dit verschijnsel beteekenis toe.

Men kan het hiermede weliswaar eens zijn, de normaal voelende chauffeur neemt deze onregelmatigheden van de motor ook tactiel waar en vele dooven of slechthoorenden met hun fijn ontwikkeld tastgevoel en diepere sensibiliteit zullen hiertoe wellicht nog beter in staat zijn. Bij navraag gaf een mijner doofstomme patienten aan, dat hij daartoe wel degelijk in staat was.

Belangrijker lijkt mij het volgende:

Behalve de eigen wagen en motor moet de chauffeur ook zijn eigen claxon, zoolang deze nog algemeen in gebruik is, kunnen controleren, d.w.z. hooren. Een defect daaraan zou in noodgevallen desastreus gevolgen kunnen hebben.

c. Benjamins²⁾, Quix en Ulrich wijzen op het feit, dat chauffeurs van autobussen, taxi's en andere openbare vervoermiddelen met het publiek moeten kunnen spreken; ook Burger geeft toe, dat de doove niet geschikt is voor dergelijke openbare functies. Benjamins zegt, dat hiertoe een

¹⁾ D. Birkholz: „Ueber die gegenseitigen Beziehungen zwischen Kraftwagenverkehr und Gehörorgan”. Deutsche Med. Wochenschr. 1928, Nr. 41, 12 Oct. 1928, pg. 1727.

²⁾ Prof. C. E. Benjamins: „Over de eischen te stellen aan het gehoor van bestuurders van motorrijtuigen”. Arts en Auto, No. 3, 1 Februari 1936.

normale gehoorscherpthe wel gewenscht, doch niet vereischt is en meent, dat een „auditus” (d.i. de gehoorscherpthe met beide ooren open en bepaald met conversatiestem) van 3 m. hiervoor voldoende is. Inderdaad zal deze auditus voldoende zijn in een niet te lawaaiige omgeving. Of deze eisch redelijk is, zal, zooals verderop nader besproken wordt, in hooge mate afhankelijk zijn van het feit, of het doofheidstype van den chauffeur niet beïnvloed wordt door lawaai, of aanleiding is tot beter hooren in lawaaiige omgeving, dan wel, of dit type juist gekenmerkt wordt door minder goed waarnemen in lawaai, m.a.w. of zijn doofheidstype gepaard gaat met de Paracusis Willisii dan wel met de z.gn. Baryacusis (Berberich). Op beide laatste begrippen zal verderop nader worden ingegaan.

d. Hier en daar treft men de meening aan (b.v. bij Layton)¹⁾, dat het eigen lawaai van de rijdende auto zoo sterk is, dat het geluidssignalen en andere acustische waarschuwingen overstemt en derhalve van onwaarde maakt. Daar in hoofdstuk V op deze kwestie nader zal worden ingegaan, kan ik hier volstaan met er op te wijzen, dat het iederen automobilist bekend is, dat in een moderne, „geruischloos” rijdende automobiel het waarnemen van geluidssignalen etc. zonder meer mogelijk is.

Wat rammelende vrachtwagens betreft, weliswaar kunnen deze op onregelmatige bestrating zeer hooge intensiteiten van eigen lawaai bereiken, het is mij uit eigen ervaring echter bekend, dat het waarnemen van geluidssignalen etc. daarin zeer meevalt. Gedeeltelijk is dit een gevolg van het feit, dat deze hooge intensiteiten momentane, incidenteele toppen zijn, waartusschen diepe dalen van lagere intensiteiten zijn gelegen. Bovendien treedt een zekere gewenning aan het geluid van de eigen wagen op.

De Fransche Wet kent een bijzonder voorschrift voor zware, veel lawaai veroorzakende camions. Deze moeten n.l. van een microfoon voorzien zijn, die, aan de achterzijde gemonteerd, het geluid naar de cabine voert en daar door een versterker hoorbaar wordt gemaakt of daar wordt omgezet in een lichtsignaal; eensdeels is dit een bewijs, dat de Fransche Wetgever in de meening verkeert, dat in deze wagens wel stoornissen in de geluidswaarneming plaats vinden, anderdeels ook demonstreert dit

¹⁾ T. B. Layton: „Deafness and Hooters: Two auditory Problems of Motoring”. The British Med. Journ. April 23. 1932 p. 770.

voorschrift de waarde, die deze Wetgever aan het goed waarnemen van geluidssignalen hecht, zij het dan ook soms door omzetting in een visuele prikkel.

Uit het feit, dat de chauffeur zich in een lawaairijke omgeving bevindt, trekken andere schrijvers als Birkholz en Ulrich niet de conclusie, dat het gehoor er dus niet veel toe doet, maar de omgekeerde, n.l. dat de chauffeur juist over een zeer goed gehoor moet beschikken. Verderop zal nog ruimschoots gelegenheid zijn om over de invloed van het storingslawaai te handelen.

e. Uit het voorgaande kan men thans reeds een aantal conclusies trekken, die ons dichter tot de benadering van een oplossing van ons probleem brengen. In de eerste plaats dan is duidelijk geworden, dat zeker aan het gehoor van den chauffeur eenige waarde moet worden gehecht, aangezien situaties voor kunnen komen, die het hooren van signalen noodig maken en ook andere auditieve prikkels van belang kunnen zijn als waarschuwingsteeken, terwijl misschien ook de contrôle van eigen wagen, motor en signaal van eenig belang moet worden geacht. Een verdere conclusie is de volgende:

Er kan bij het chauffeeeren een zekere wisselwerking tusschen het auditieve en het visuele zintuig worden vastgesteld. Wetmatig geldt, dat: *Waar de bruikbaarheid van het visuele vermogen terug gaat, aan het acustische apparaat grootere eischen worden gesteld.* Deze wet kan ons reeds een eindweegs in de goede richting helpen, want zij impliceert, dat men aan hen, die aan vermindering van hun auditieve functies lijden, in verband met de mogelijke compensatie, die in het vorige hoofdstuk is besproken, strenge eischen aan het gezichtszintuig zal moeten stellen. Hen, bij wie alleen een lichte visusvermindering of ander licht ooglijden bestaat, dat op zichzelf bij een overigens geheel intact individu niet tot afkeuring zou nopen, keure men extra streng op de gehoorsfunctie. Aangaande de normen, die men hierbij wil aanleggen, zal men bovenstaande wet tevens kunnen lezen in dier voege, dat, naarmate de bruikbaarheid van het visuele orgaan door een ziekteoorzaak is afgenomen, hogere eischen aan het gehoorapparaat moeten worden gesteld, en omgekeerd.

Tevens moet men van hen, die een verminderd hoorvermogen hebben, behalve een uitstekende visus ook een goed ontwikkeld

tast- en diep sensibiliteitsgevoel eischen, om motorstoornissen en andere onregelmatigheden van de wagen indien deze niet duidelijk gehoord kunnen worden, op z'n minst te kunnen aanvoelen.

Waar uit een en ander blijkt, dat een zeker hoorvermogen voor chauffeurs van belang is, interesseert ons thans de vraag of het mogelijk is, met verminderd gehoor ook goede praestaties bij het besturen van motorrijtuigen te leveren en, wat meer is, dit te verrichten zonder het gevaar op de weg te vergrooten.

§ 3. *Kunnen slechthoorenden goede chauffeurs zijn?*

Wij komen thans tot de beantwoording van de vraag of slechthoorenden bewezen hebben goede chauffeurs te kunnen zijn. Reeds dadelijk kunnen wij, op grond van het besprokene in hoofdstuk I, vermoeden, dat dit tot op zekere hoogte het geval zal zijn. Immers, de algemeene conclusie, die daaruit kan worden getrokken, luidde, dat bij aanwezigheid van een gebrek of verminderde functie van een der organen van ons lichaam in veel gevallen een compensatie mogelijk is door *wel* aanwezige lichamelijke of geestelijke eigenschappen. Waarom zou dan een verminderd hoorvermogen in bepaalde gevallen niet kunnen worden gecompenseerd? *De praktijk heeft uitgewezen, dat inderdaad vele slechthoorenden zeer wel betrouwbare chauffeurs kunnen zijn.*

a. *Casuïstiek.*

Tegenover mededeelingen in de literatuur, waarin aan slechthoorendheid de oorzaak voor een verkeersongeval wordt toegeschreven (zie o.a. Nager ¹⁾, Oppikofer ²⁾), staan berichten van zeer vele auteurs, die gevallen vermelden, waaruit blijkt, dat slechthoorenden zeer goede chauffeurs *kunnen* zijn. Benjamins ³⁾ vermeldt, dat een zeer hardhoorend chauffeur reeds 20 jaar lang een vrachtwagen bestuurde zonder ooit een ongeluk veroorzaakt te hebben. Dezelfde schrijver, citeert het geval van een doofstommen Europeaan, die sinds 31 jaren fietst, op grof wild jaagt en voetbalt, terwijl hij sinds 12 jaren motorrijtuigen bestuurde, zonder ooit in overtreding te zijn geweest. Doordat

¹⁾ Nager: loc. cit., zie pg. 38, noot 1.

²⁾ Oppikofer: zie pg. 38.

³⁾ Benjamins: loc. cit., zie pg. 43, noot 2.

toevallig de Resident zijn gebrek opmerkte, werd hem zijn rijbewijs ontnomen.

Marloth¹⁾ deelt een geval mede, waarin aan een slechthoorende koopman, die sinds 1910 een rijbewijs had, 13 jaar later dit bewijs werd ontnomen, op grond van het feit, dat hij de fluisterstem slechts op 1 m. duidelijk, brokstukken ervan op 2—3 m. afstand kon waarnemen, hetgeen minder was dan de toentertijd in Duitschland voor chauffeeën gevraagde fluisterstem. Bij de gerechtelijke behandeling wees de verdediger op het feit, dat de man *claxonsignalen* op 100 m. nog zeer goed kon waarnemen. In de 13 jaren, waarin hij chauffeerde, was hem nimmer een ongeluk overkomen.

Er werd overgegaan tot een rijproef, waarin hij alle in het levendige auto- en tramverkeer voorkomende signalen direct moest aangeven. Het bleek, dat hij alle van verschillende zijden komende signalen zeer goed had waargenomen en zijn rijbewijs werd hem dan ook terug gegeven.

Burger²⁾ haalt uit de literatuur³⁾ het geval van Frau Freudenthal aan:

Deze dame werd in een oorheelkundige kliniek te Düsseldorf onderzocht, waar een gehoorscherpthe van hoogstens $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ M. werd vastgesteld. Bij een rit door de stad werden de verschillende signalen door haar op juiste wijze geïnterpreteerd, waarop haar een verklaring, dat haar hoorvermogen voldoende was, werd afgegeven.

In Amerika, het klassieke land van de vrijheid, is de hoeveelheid lectuur over slechthoorende chauffeurs zeer groot. Wie echter de moeite neemt, deze in Europa lastig te verkrijgen lectuur te bestudeeren, krijgt de indruk, dat deze met een sterk propagandistisch doel⁴⁾, n.l. om de dooven ruim baan op de weg te verschaffen, is opgesteld, en derhalve tendentieus is. Tot op de huidige dag wordt b.v. reclame gemaakt met een

¹⁾ Marloth: loc. cit. zie pg. 18, noot 1.

²⁾ H. Burger: loc. cit. zie pg. 37, noot 2.

³⁾ Deutsche Zeitschr. f. Schwerh. 1932. No. 10. 158.

⁴⁾ b.v. „Safety on the Highway”. Pamflet van de „Nashville League for the Hard of Hearing”.

„The Deaf and the Automobile” Maryland State School for the Deaf. „Comments and Data on Deaf Drivers. The Oregon, Outlook. March, April, 1931, vol. 39, No. 6 en 7.

„Should the deaf be allowed to drive”, by E. G. Peterson, No. 2.

automobiël-club van dooven, waarvan de leden practisch geen ongelukken zouden hebben.

Marloth heeft deze club als 't ware in de Europeesche literatuur geïntroduceerd; ook Ulrich en Benjamins maken er melding van.

Wat te denken van het volgende antwoord, dat ik bij informatie naar deze club van de California State Automobile Association kreeg: „Please be advised that this club (the California Automobile Club of the Deaf) is no longer in existence. It was organized by the California Society of the Deaf some 20 or 25 years ago (sic!) and was shortly thereafter dissolved”.

Wat wel uit deze groote massa verzamelde casuïstische mededeelingen te voorschijn komt, is, *dat het mogelijk is zonder volkomen normaal gehoor te chauffeeën*, een feit, dat op zichzelf reeds veel beteekent. De vraag is nu maar welke slechthoorenden geen, welke wèl een gevaar op den weg zijn, of dat ze het wellicht geen van allen zijn. Daarover geven al de Amerikaansche casuïstische mededeelingen geen antwoord, daar alle slechthoorenden daarin over één kam worden geschoren.

Daar van deze gevallen, evenmin als van de genoemde uit de Europeesche literatuur, nauwkeurige opgaven bekend zijn over de aard en mate van de doofheid van de betrokken personen, twee factoren die, zooals uit dit proefschrift nader zal blijken, juist van het grootste belang zijn, kunnen zij voor verdere wetenschappelijke bewijsvoering niet in aanmerking komen. Het is nl. niet uit te maken, of deze slechthoorenden misschien leden aan het verschijnsel der Paracusis Willisii, of hun gehoorverlies misschien weliswaar aanleiding was geweest tot afname van conversatiestem of fluisterstem, maar niettemin toch voldoende voor een behoorlijk „signaal” hooren, of dat zij wel tot de vrijwel absoluut dooven waren te rekenen, maar door bijzondere lichamelijke en psychische eigenschappen hun gebrek wisten te compenseeren. Over eventueele mede aanwezige stoornissen van het vestibulair orgaan wordt ook niets vermeld.

Thans echter wil ik de aandacht vragen voor een aantal door Birkholz gepubliceerde gevallen, die niet worden voorgedragen als „slechthoorenden”, maar als „oorlijders”, hetgeen m.i. een betere kijk op de werkelijkheid geeft. Immers vele slechthoorenden lijden niet slechts aan een functieverlies van hun hoorvermogen, maar tevens aan vestibulaire afwijkingen, hetgeen een

geheel ander licht op hun eventuele geschiktheid om te chauffeerden, werpt. Deze gevallen worden hier medegedeeld, omdat het eenige van de weinige goed geobserveerde gevallen van slechthoorendheid zijn, welke zijn beschreven in verband met ons vraagstuk.

De door Birkholz¹⁾ vermelde patienten zijn de volgende:

1. A. 30 jaar, werd op zijn 18de jaar volledig doof; heeft een rijbewijs voor motorrijwielen onder voorwaarde, dat hij een spiegel voor achteruitkijken gebruikt. Heeft in het laatste jaar meerdere malen aan motorrennen en betrouwbaarheidsritten deelgenomen. Geeft toe 's nachts groote moeilijkheden te hebben bij het rijden. Toestand van de ooren: beiderzijds volledige doofheid, trommelvliezen intact. Vestibulair onderzoek volgens Kobrak en Brünings geeft beiderzijds volledig uitval van het inwendig oor. Romberg: bij staan en loopen geen afwijkingen, evenmin miswijzen.

Beoordeeling: Er bestaat volledige doofheid en uitval van het evenwichtsapparaat; manifeste evenwichtsstoornissen zijn niet aantoonbaar. Naar wat wij over het latent aanwezig zijn van vestibulaire stoornissen (van centrale oorsprong) bij labyrinthlozen weten, kan men de uitval niet slechts experimenteel aantonen, maar ook in 't dagelijksche leven kunnen bij het uitvallen van centripetale, het lichaamsevenwicht beïnvloedende zintuigsimpulsen onder bijzondere omstandigheden de latente stoornissen manifest worden (bij uitval van de labyrinthen treedt vooral coördinatie door de ogen op). Er kan geen twijfel over bestaan, dat naar otologische maatstaf, gezien de zware eischen van de verkeershygiëne, het meegedeelde geval ten onrechte een rijbewijs ontving.

2. H. Gustav, 45 jr. Is sedert meerdere jaren vrachtautobestuurder. Bij tusschenpoozen is hij slechthoorend, tegelijkertijd bestaat er dan ook otorrhoe, waarvoor hij reeds meerdere malen behandeld is. Bevindingen: trommelvliezen beiderzijds verdikt en ingetrokken, beiderzijds ziet men een kleine secerneerende perforatie in de M. Shrappnelli. Gehoor voor fluisterstem bij eerste onderzoek beiderzijds 20 c.m., na Politzer rechts 5 m., links onveranderd. Na meerdere behandelingen zijn de waarden voor de fluisterstem: rechts hoogte zone 5 m., lage zone 2 m. Links onveranderd 20 cm.

Beoordeeling: Toevallig wordt een vrachtwagenchauffeur, met dubbelzijdige, ongelijk sterke slechthoorendheid tengevolge van beiderzijdsch chronisch recidiveerende middenoorettering, ontdekt. Volgens de voorgeschiedenis rijdt de pat., ondanks zijn in aanvallen optredende sterke slechthoorendheid, sedert jaren ongehinderd met zijn vrachtauto, zonder dat iemand zich daarom bekommert. Na datgene, wat bovenvermeld werd, kan het nauwelijks betwijfeld worden, dat de patient steeds gevaar loopt een verkeersongeval te veroorzaken, of daarvan het slachtoffer te worden. Hier wordt het ontbreken van een bepaling in de voorschriften zoo duidelijk, dat chauffeurs met betrekking tot het gehoor van tijd tot tijd opnieuw onderzocht moeten worden.

¹⁾ Birkholz: loc. cit., zie pg. 43, noot 1. De beoordeelingen van deze gevallen zijn die van Birkholz zelve.

3. B. Hugo, agent, 49 jaar. Heeft een rijbewijs aangevraagd en wordt voor onderzoek gestuurd. Links sedert 20 jaar slecht hooren; verergering in de oorlogsjaren; kouvatten voert links tot „Schwindligkeitsgeföhle“, rechts goed gehoor. Bevindingen: Beiderzijds bestaan littekenachtige veranderingen van 't trommelvlies. Fluisterstem (getallen) links: hooge zone 10 c.m., lage zone ad concham, rechts hooge zone 6 m., lage zone 3 m. Conversatiestem met Barany (rechts) op 't linker oor 1 m. Stemvorken: gecombineerde slechthoorendheid.

Beoordeeling: Patient wordt afgekeurd, aangezien het verschil in gehoorsfunctie beiderzijds als hoogst bedenkelijk moet worden beschouwd (richtingshooren).

4. K. Willi, 42 jaar, chauffeur. Onbestemde klachten over 't linker oor; bij tocht gedurende het rijden viel hem op, dat hij rechts uitgesproken slechthoorend was. Bevindingen: linker trommelvlies geen afw., rechts lichte retractie. Fluisterstem links $\pm$ 5 m., rechts 3 m. Politzern geeft rechts iets verbetering; bij stemvork onderzoek blijkt het gehoor voor hooge tonen zeer verminderd te zijn. Gedurende de behandeling onbeteekenende verbetering door Politzern.

Beoordeeling: Patient werd beroepsverandering aangeraden, daar bij 't chauffeursberoep zijn oude middenoorcatarre (adhaesief proces) voortdurend in sterkte zal wisselen. Hij loopt daardoor steeds een verhoogd risico. Ook zulke gevallen zouden door na-contrôle van het gehoor tijdig uit het verkeer kunnen worden uitgeschakeld.

5. Mevrouw R. 33 jaar. In het bezit van rijbewijs. Sedert een jaar bemerkt zij, dat haar gehoor afneemt; geen oorsuizingen; in de anamnese spelen heredititeit en syphilis een rol. Bevindingen: trommelvliezen geen afwijkingen. Fluisterstem links hooge zone 1.60 m., lage zone a.c., rechts resp. 5 m. en 3 m.; de stemvorken wijzen op een gecombineerde slechthoorendheid, mogelijk een voortschrijdende otosclerose.

Beoordeeling: een geval van progrediënte otosclerose moet als reden tot afkeuring worden beschouwd.

Men kan nu, al naar de meening, die men wil vertegenwoordigen, deze gevallen van Birkholz uitleggen. Eenerzijds kan men ze als bewijs aanvoeren voor de theorie, dat het met verschillende soorten van oorlijders zeer wel mogelijk is zonder ongelukken te chauffeeren, anderdeels kan men met een enkele nader te bespreken beperking (b.v. het geval met slecht richtingshooren) niet ontkennen, dat in Birkholz' conclusies, zeker waardevolle factoren naar voren gebracht worden. In Hoofdstuk VI zullen wij nader op Birkholz conclusies terugkomen.

b. Statistiek.

Wat het statistische materiaal inzake deze kwestie betreft, het is geen wonder, dat dit grootendeels ontbreekt, daar immers tot voor kort in vrijwel alle landen en ook nu nog in zeer veel

staten, slechthoorenden als chauffeurs werden geweerd en dus ook moeilijk het percentage van door hen gehouden ongelukken zou zijn vast te stellen, temeer daar zou moeten blijken, dat in deze gevallen ook werkelijk de doofheid oorzaak van het ongeluk was. Daarbij zou men moeten berekenen het percentage van de slechthoorenden, die ongelukken door hun gebrek hadden gekregen ten opzichte van het totaal aantal slechthoorenden, dat auto rijdt, en dit zou men moeten vergelijken met het percentage ongelukken, dat door normalen wordt veroorzaakt.

Gilpatrick ¹⁾, een van de weinigen, die statistische cijfers over dit onderwerp mededeelt, en wel over verkeersongelukken in Massachusetts, een staat, waarin slechthoorenden verlof hebben tot chauffeeën, zegt, dat onder 6913 chauffeurs, die ongelukken veroorzaakten, slechts 12 dooven waren, die een ongeluk op hun geweten hadden. Dit cijfer geeft echter geen antwoord op de vraag in hoeverre slechthoorenden meer of minder ongelukken maken dan normalen, men zou immers het totale aantal normale en slechthoorende chauffeurs moeten weten om uit te maken of zij percentsgewijs meer of minder gevaar op den weg opleveren.

De Amerikaansche vereeniging van slechthoorenden, „National Fraternal Society of the Deaf”, heeft onder haar leden een enquête gehouden naar het aantal ongelukken door hen als chauffeurs veroorzaakt. De resultaten van deze enquête werden gepubliceerd in het tijdschrift „The Frat” ²⁾.

Hieruit blijkt, dat 8 % der leden in ernstige, 25 % in minder ernstige ongevallen verwickeld waren. Ook deze statistiek geeft echter weinig inzicht in de vraag of de slechthoorende percentsgewijs meer of minder ongelukken veroorzaakt dan de normale, daar ook hier geen vergelijking met cijfers van normaalhoorenden wordt vermeld. Ook is niet aangegeven, of het de dooven waren, die de ongelukken veroorzaakten of dat deze ontstonden door de andere weggebruikers, evenmin of deze ongevallen aan hun gebrek zijn toe te schrijven. Ook wordt niet vermeld hoeveel keeren de slechthoorenden, die ongelukken maakten, een dergelijke tegenslag hadden, en ontbreekt de aangifte van het feit, of hierbij personen gewond of gedood zijn, dan wel uitsluitend materiele schade werd geleden.

¹⁾ R. H. Gilpatrick: „Relation of Deafness to Motor Vehicle accidents.” *The Auditory Outlook*. Oct. 1931.

²⁾ 35ste jaarg., No. 5, pg. 5, Dec. 1937.

§ 4. *De eischen, die in wetgeving en literatuur aan het gehoororgaan gesteld worden.*

In §§ 1 en 2 is naar voren gekomen, dat het gehoor bij het chauffeeren een zekere rol heeft te vervullen, uit § 3 bleek, dat slechthoorenden echter niet zonder meer als ongeschikt tot het besturen van automobielen kunnen worden aangemerkt. De vraag doet zich nu voor, welke slechthoorenden nog over voldoende hoorvermogen beschikken en uit anderen hoofde in staat zijn, om als chauffeurs op te treden en welke niet. Hoe groot de moeilijkheden zijn, waarvoor men zich bij 't oplossen van dit vraagstuk geplaatst zag, blijkt al direct uit de verschillende eischen, die men in de diverse wetgevingen van verschillende landen, alsmede in de literatuur, aantreft. Het volgend overzicht, alphabetisch gerangschikt, moge dit nader illustreeren.

a. *Wettelijke bepalingen betreffende de eischen aan het gehoororgaan te stellen:*

1. *België:* Zooals reeds eerder werd medegedeeld, eischt dit land geen medische keuring, noch het afleggen van een rijvaardigheidsproef. Eischen, aan het gehoororgaan te stellen, worden dan ook niet geformuleerd.
2. *Duitschland:* Kreeg zijn eerste wet op het autorijden op den 3den Mei 1909. Volgens deze wet moest de *fluisterstem op één oor minstens 3 m.* gehoord worden. In de „Verordnung über den Kraftfahrzeugverkehr vom 10 März 1928” worden deze eischen gehandhaafd. Bij het oonderzoek moet op evenwichtsstoornissen gelet worden, indien deze aanwezig zijn, moet afkeuring volgen. Birkholz¹⁾ kwam hier tegen in oppositie; hij eischt *een fluisterstem van 5 m.*, merkt op, dat in de Wet niet is aangegeven, of het minder dan 3 m. hoorende oor eventueel totaal doof mag zijn en wil de bepaling opgenomen zien, dat goed richtingshooren aanwezig is. In Mei 1932 werd een nieuwe Kraftfahrverordnung uitgevaardigd. Hierin werd een *fluisterstem van 5 m. op ieder oor verlangd* en bovendien goed richtingshooren. Hiertegen

¹⁾ Birkholz: loc. cit., zie pg. 43, noot 1.

kwamen o.a. Perwitzschky und Bitterauf¹⁾ op, die, zooals op pg. 61 e.v. verder wordt uiteengezet, het goed richtingshooren een overdreven eisch noemden.

Nadien is in 1934 nogmaals een verandering in de wetgeving tot stand gekomen (Deutsche Reichsstrassen-Verkehrsordnung 1934) en, zooals ook reeds werd medegedeeld, is thans geen geneeskundig onderzoek meer vereischt; indien de politieautoriteiten vermoeden op ongeschiktheid hebben, wordt echter wel gekeurd en over het algemeen zal de oor-, neus-, keelarts bij dooven afkeuring verlangen²⁾. Voorgescreven is hier echter niets, willekeur kan derhalve gemakkelijk optreden.

3. *Frankrijk*: (Circulaire du 23 novembre 1934 du Ministère des Travaux Publics). Hier blijkt weer, dat aan het gehoor geenszins een ondergeschikte waarde wordt toegekend.

In de eerste plaats geldt dat hierbij niet, zooals bij het gezicht, waar toegestaan is een insufficiëntie met een bril te corrigeren, eventueele onvoldoende gehoorscherptheit verbeterd mag worden door een gehoorapparaat.

Voorts mag de ongeschiktheid slechts afgemeten worden naar de functioneele stoornissen, de anatomische laesies hebben slechts een aanvullende waarde voor de diagnostiek van de invaliditeit.

Uitgesloten van het rijbewijs zijn:

- a. *chronische beiderzijdsche oorettering.*
- b. *bilaterale totale doofheid.*
- c. *subtotale beiderzijdsche doofheid, waarbij de gewone conversatiestem niet op 5 m., de fluisterstem niet op 1 m. gehoord wordt.*
- d. *totale doofheid op één oor, subtotale doofheid op het andere oor.*

¹⁾ R. Perwitzschky und H. Bitterauf: „Ueber das Richtungs-hören von Autosignalen im Grossstadtlärm und auf der Landstrasse". Zeitschr. für Hals-, Nasen- usw. Heilkunde, 35, 1934, pg. 463.

²⁾ Dit is althans de meening van de D.A.C. (Deutsche Automobil Club).

4. *Groot Brittannië*: Zooals reeds werd medegedeeld eischt men ter verkrijging van een rijbewijs in dit land slechts het naar waarheid invullen van een vragenlijst. Hierin wordt geen nadere specificatie van den toestand van het gehoororgaan, noch in anatomischen noch in functioneelen zin, zooals dit wel voor het gezichtsorgaan geëischt wordt, verlangd. Klaarblijkelijk vallen afwijkingen aan het oor onder rubriek 4: Lijdt gij aan een of andere ziekte, geestelijk of lichamelijk, die waarschijnlijk tot oorzaak zou hebben, dat het besturen van een motorrijtuig door U een bron van gevaar voor het publiek zou worden?

De beoordeeling van de vraag of een oorlijder een gevaar op de weg oplevert, wordt hier dus aan het publiek overgelaten.

Remund¹⁾ teekent hierbij aan, dat derhalve op het publiek ook de volle verantwoordelijkheid voor het ontstaan van een ongeval rust; zich achteraf beroepen op het bestaan van een oorlijden, dat mede of geheel de schuld van het ongeval draagt, is derhalve onmogelijk.

5. *Italië*: In dit land wordt het rijbewijs in drie categoriën verleend. De eerste categorie wordt uitgereikt aan hen, die auto's in eigen gebruik besturen (z.g. „heerrijders”), de tweede categorie aan hen, die voor anderen in particulieren dienst chauffeeeren (beroepschauffeurs) en de derde categorie regelt het besturen van motorrijtuigen in openbaren dienst.

Wat het gehoororgaan betreft, wordt van de eerste twee categorieën geëischt, een *conversatiestem* op 8 m. op beide ooren. Voor de eerste categorie is daarbij een onderzoek door den technischen ambtenaar, belast met de afname van het rijexamen, voldoende; indien deze twijfelt, kan medisch onderzoek volgen. Voor de tweede categorie is medisch onderzoek verplicht. Van personen van deze categorie wordt ook een conversatiestem op 8 m. verlangd.

¹⁾ Remund: „Gerichtlich-medizinische Erfahrungen und Probleme bei Automobilunfällen.” Basel, 1931. Benno Schwabe & Co.

Van de kandidaten voor de derde categorie wordt een *fluisterstem van 8 m.* op beide ooren geëischt.

6. *Oostenrijk*: Het vroegere *Oostenrijk* beschikte over een uitgebreid keuringsreglement. In functioneel opzicht moest ieder oor afzonderlijk een *conversatiespraak van minstens 4 meter* kunnen waarnemen. Oorzaken met stoornissen van het evenwichtsorgaan gaven ongeschiktheid om te chauffeeren.

De keurende arts had een vrij uitgebreide status in te vullen. De toestand van de ooren (oorloop, trommelvliesbeeld) diende beschreven te worden; ook het richtingshooren moest worden nagegaan, evenals de labyrintprikkelbaarheid. (Bundesgesetzblatt 1937, Stück 29, Nr. 106).

7. *Vereenigde Staten van Noord-Amerika*: Hier bestaat in de verschillende staten een groot gebrek aan uniformiteit wat betreft de voorschriften en bepalingen op het gebied van het motorverkeer. In het algemeen gesproken kan men zeggen, dat een aantal staten vroeger weigerde rijbewijzen af te geven aan dooven. Door de Amerikaansche dooven-vereenigingen zijn echter uitgebreide campagnes op touw gezet (zie pg. 47) met het gevolg, dat de wetten, die eischen aan de gehoorsfunctie stelden, of herroepen zijn of slechts zeer slap worden toegepast.

8. *Zweden*: De aanvrager moet een getuigschrift overleggen, dat hij niet aan een dusdanig gebrek, een dergelijke ziekte of een zoodanige vermindering van het gezichts- of hoorvermogen lijdt, dat zijn geschiktheid tot chauffeeren hierdoor verminderd wordt.

Daarbij wordt geëischt, dat *minstens op één oor conversatiestem op een afstand van 4 m.* goed verstaan wordt.

9. *Zwitserland*: (Art. 33 du Règlement d'exécution de la loi fédérale sur la circulation des véhicules automobiles et des cycles, du 25 novembre 1932). Dit land beschikt over nauwkeurige voorschriften. De officieel met het afnemen van het rijexamen belaste experts

stellen, vóór met het technische gedeelte en de rijvaardigheidsproef wordt begonnen, een onderzoek in naar het gezichtsvermogen en het gehoor van den candidaat. Nauwkeurig wordt omschreven, hoe de proefpersoon aan de tand gevoeld moet worden. Wat het gehoor betreft geldt het volgende:

1. Onderzoek:

De candidaat moet op een afstand van 6 m. van den onderzoeker worden opgesteld: De beide ooren worden afzonderlijk onderzocht. Het te onderzoeken oor, wordt naar den onderzoeker gericht, het andere wordt met de vinger afgesloten door een assistent. De onderzoeker fluistert verschillende getallen en noteert de afstanden, waarop de candidaat ze correct en duidelijk met luide stem herhaalt. Voor deze proef moet de betrokkene eerst ingelicht worden, hoe er gehandeld zal worden. *Indien de afstand, waarop de fluisterstem wordt waargenomen minder is dan 5 m., moet men een proef doen op een geschikt gedeelte van den weg met een in het plaatselijk verkeer gebruikte hoorn en geplaatst op minstens 100 m. afstand.* De candidaat wordt zoodanig opgesteld, dat hij den onderzoeker, die de signalen geeft, niet kan zien.

2. Toelating:

Het toelatingsbewijs kan worden uitgereikt, indien *de gefluisterde getallen duidelijk worden waargenomen op een afstand van 5 m.* en eveneens wanneer het linker oor goed het fluisteren waarneemt op 5 m. en als bovendien het onderzoek, wat betreft de geluidssignalen, zoowel links als rechts voldoende was.

In alle andere gevallen wordt de candidaat niet toegelaten, of uitgenoodigd een arts te consulteren, ten einde een diepgaand onderzoek te ondergaan.

Verder wordt bepaald dat:

alle aanvragers boven de 65 jaar altijd een geneeskundig onderzoek moeten ondergaan, zoowel wat hun algemeene toestand als wat hun gezicht of hun gehoor betreft, eveneens moeten zij, die als beroeps-

chauffeur op automobielen voor personenvervoer willen optreden, dit ook ondergaan.

Tenslotte heeft geneeskundig onderzoek plaats in alle gevallen, waarin door den examiner aan de physische of geestelijke capaciteiten van den aanvrager wordt getwijfeld.

In de volgende tabel (zie blz. 58) zijn de diverse eischen nog eens vervat.

Hoezeer ook de voorwaarden uiteenloopen, behalve de U.S.A. en België, eischen toch allen een zekere mate van gehoor-scherpte. Uit de verscheidenheid van de eischen echter blijkt de moeilijkheid, waarin alle wetgevers zich ten opzichte van het probleem bevinden.

b. Eischen in de literatuur gesteld, benevens eenige andere, ter zake dienende opmerkingen.

De voorwaarden, die verschillende auteurs aan het gehoor-orgaan stellen, loopen evenzeer uiteen als de wettelijke voorschriften. Puntsgewijze zullen de diverse meeningen hier behandeld worden.

1. *Over het categorieënstelsel.*

Nager ¹⁾ was de eerste die, wat betreft de eischen, aan het gehoor te stellen, een onderscheid maakte tusschen „Selbstfahrer” en beroepschauffeurs. Hij schrijft: „Während der Erstere eventuell durch einen leichten Grad von Schwerhörigkeit keine wesentlichen Schwierigkeiten erfahren kann, bedarf der Berufsautolenker unbedingt eines guten Hörvermögens”. Hij bedoelt hiermee klaarblijkelijk, dat een „heerrijder”, indien de omstandigheden ongunstig zijn b.v. bij nacht, bij mist et., als ook bij tijdelijke duizeligheidsperioden, vrijwillig van een eventuele autorit kan afzien, terwijl de beroepschauffeur deze vrijheid mist. Wat chauffeurs in openbaren dienst betreft, reeds werd opgemerkt, dat deze voor de omgang met passagiers etc. over 't algemeen een goed gehoor nodig hebben. Zooals verderop bij de bespreking van tram-buspersoneel nog nader zal blijken, hebben officieele openbare lichamen hier te lande als ook elders eigen keuringsreglementen en -voorschriften, die in de wettelijke leemten voorzien.

¹⁾ Nager: loc. cit., zie pg. 38, noot 1.

Samenvatting van de functioneele eischen, in de diverse landen aan het gehoororgaan gesteld:					
Land.	Fluisterstem		Conversatiestem		Bijzondere bepalingen
	Beide ooren.	Eén oor.	Beide ooren	Eén oor.	
1. België	—	—	—	—	geen examen geen keuring
2. Duitschland	vóór 1934 5 m.	—	—	—	
3. Frankrijk	1 m.		5 m.		
4. Groot- Brittannië					geen om- schreven keurings- eischen.
5. Italië	3e categorie 8 m.		1e en 2e categorie 8 m.		
6. Oostenrijk			4 m.		
7. Vereenigde Staten					geen keu- ringseischen.
8. Zweden			4 m.		
9. Zwitserland	5 m.	5 m. en goed waar- neembaar geluids- signaal.			bij minder dan 5 m. fl.st. op één oor, de claxon op 100 m. te hooren.

Ulrich¹⁾ toont zich in zijn commentaar op de Italiaansche voorschriften een warm voorstander van het categorieënstelsel en wel op de volgende gronden:

a. De beroepschauffeur rijdt per dag een veel grooter gemiddeld aantal kilometers dan de gelegenheidsrijder, komt derhalve ook in een grooter aantal gevaarlijke situaties.

b. De gelegenheidsrijder rijdt slechts voor zichzelf en door hem uitgenoodigden, kan dus elk oogenblik zijn reis onderbreken of aflasten. Het publiek, dat zich aan den taxichauffeur toevertrouwt, heeft recht op een zoo groot mogelijke veiligheid.

c. Daar de beroepschauffeur met het chauffeeeren zijn brood verdienen moet, heeft hij er belang bij zoo snel mogelijk te rijden om in den kortst mogelijken tijd nieuwe klanten te kunnen bedienen.

d. De „heerrijder” kan het tijdstip van zijn rit zelf bepalen en deze eventueel afbreken. De éénoogige kan het bijv. vermijden bij nacht of mist te rijden.

e. Bij lichte gezondheidsstoornissen (verkoudheid, na alcoholtabak genot etc.) moet de beroepschauffeur doorrijden, de gelegenheidschauffeur kan er van afzien.

f. Chauffeurs, wien het is toegestaan bepaalde, op hun gebrek ingestelde wagens te rijden, kunnen niet als beroepschauffeurs optreden.

2. *Over vestibulaire afwijkingen.*

Eén cardinale eisch, waarover iedereen het wel eens zal zijn, is, dat er geen oorlijden mag bestaan, dat aanvallen van duizeligheid kan veroorzaken. Hoewel deze voorwaarde zeer in het oog springend is, wordt zij niettemin stiefmoederlijk behandeld, terwijl toch hier de oorarts „par excellence” degene is, die een oordeel moet vormen over de rijvaardigheid en meer nog dan voor het vaststellen van de gehoorsfunctie zijn meening van doorslaggevend gewicht moet worden geacht, wanneer van duizelingen sprake is.

Ulrich schrijft: „Die Frage über Vestibularisstörungen und Automobilführung haben wir deshalb nicht angeschnitten, weil doch wohl weder der Gesetzgeber noch die beratene fachärztliche Instanz, ja sogar nicht einmal der Laie darüber

¹⁾ Ulrich: loc. cit., zie pg. 38, noot 3.

den geringsten Zweifel haben können, dass iemand mit manifesten Schwindelerscheiningen von der Autoführung ausgeschlossen werden soll". Hoe duidelijk dit ook moge zijn, het staat toch te betwijfelen of de wetgevers hiervan wel voldoende doordrongen zijn geweest. Wat te denken van die wetgevers, die absoluut geen contrôle op de rondrijdende chauffeurs hebben als de Belgische, Amerikaansche en Engelsche? Wat ook te denken van dezulke, die het „summier onderzoek" naar het gehoororgaan overlaten aan verkeerstechnici, die 't rijbewijs-examen afnemen en den candidaat ter beoordeeling van de gehoorsfunctie enkele getallen in 't oor fluisteren?

En hoe staat het met die slechthoorenden, die bij 't onderzoek geen „manifeste" verschijnselen van duizeligheid hebben, maar desondanks subjectief wel aan duizelingen lijden?

Marloth, Benjamins, Nager wijzen allen meer terloops op het feit, dat stoornissen in de vestibulaire functie tot afkeuring moeten leiden. Burger en Quix achten dit waarschijnlijk zoozeer vanzelf sprekend, dat zij dit niet vermelden. De Amerikaansche propagandalectuur vergeet dit belangrijk feit schijnbaar geheel. Burger noemt het niet in de nieuwe uitgave van zijn leerboek¹⁾. Uitvoeriger is Birkholz echter:

„Hingewiesen soll hier auch auf die Wichtigkeit normaler Vestibulairfunktion werden und den davon abhängigen Reflex. Liegt schon für den am Steuerrad sitzenden Wagenführer die Sache so, dass er es durch Uebung und Fahrpraxis erreichen muss, auf seitliches Abkommen des Wagens (durch starke Strassenwölbung) oder Abdrift (durch Wind, besonders in Windlücken) sofort reflektorisch durch Gegensteuer zu reagieren — eine Fähigkeit, die besonders bei halbe oder völlige Dunkelheit vonnöten ist —, so gilt das noch mehr für den Motorradfahrer, dessen Räder auf einer Linie fahren. Berücksichtigt man die Schwierigkeit, die für manche Ohrgesunde in der Erlernung des Balancierens auf dem Fahrrade liegt, so wird man die dem Schnellverkehr drohende Gefahr ermessen, die ein vestibular-gestörter Motorradfahrer darstellt. Nach den neueren Feststellungen über Schwindel und Ohrleiden ist der Analogieschluss durchaus erlaubt, dass der Träger einer ausgeheilten Radikalhöhle, wobei Functionsreste noch vorhanden sind, auf dem Motorrade einen Schwindelanfall und Tonusverschiebungen der Extremitätenmuskeln bekommen kann, wenn ein seitlicher kalten Windstoss das ungeschützte Labyrinth trifft.

Auch vasomotorischer Neurotiker dürften gefährdet sein, wenn die Neurose das Labyrinth im Kobrakschen Sinne mitbetrifft."

¹⁾ H. Burger: „Leerboek der ziekten van Ooren, Neus, Mond, Keel en Slokdarm." 4e druk, 1938, pg. 517.

Dass auch bei chronischen Mittelohreiterungen Reizzustände des Labyrinths vorkommen können, sollte bei der Genehmigung zum Motorradfahren nicht vergessen werden".

Wie gewend is een groot polyclinisch materiaal te onderzoeken, staat verbaasd over het groote aantal klachten van duizeligheid, welke voor een groot deel subjectief zijn en vaak geen enkel spontaan of bij onderzoek op te wekken objectief verschijnsel geven, terwijl het aantal van die oorlijders, die *wel* aantoonbare labyrinthaire afwijkingen hebben, toch ook vrij belangrijk is. Hier ligt dan ook m.i. een van de zwaarst wegende argumenten, waarom men slechthoorenden niet zonder meer na een al of niet verricht summier onderzoek naar de gehoorsfunctie kan laten chauffeeren.

Een reden, waarom dit belangrijke verschijnsel in literatuur en wetgeving zoo stiefmoederlijk wordt behandeld, is waarschijnlijk de onmacht ten opzichte van het voorschrijven van bepaalde eischen, waaraan het vestibulair orgaan moet voldoen. In Hoofdstuk VI zal op deze kwestie nader worden ingegaan.

3. *Over het belang van het richtingshooren.*

Aanvaardt men de conclusie, dat het goed waarnemen van geluid bij chauffeeren van belang kan zijn, dan zal men gaarne instemmen met de meening, dat het van veel belang ware, indien de juiste plaats vanwaar het geluid tot het oor van den chauffeur komt, door hem vastgesteld zou kunnen worden, en dat hij dus niet alleen goed zou kunnen hooren, maar ook de richting van het geluid zou kunnen vaststellen.

Alvorens hierop verder te kunnen ingaan, zij in enkele woorden het richtingshooren en de wijze, waarop dat tot stand komt geschetst. Dit onderwerp is juist in de laatste tijd actueel geworden, daar het belang van goed richtingshooren bij de moderne oorlogvoering (naderen van vliegtuigen etc.) zeer apert is.

Op instigatie van de militaire autoriteiten onderzocht dan ook het "Committee upon the Psychology of Hearing" opnieuw de oude strijdvraag over het tot stand komen van de localisatie van het geluid ¹⁾.

¹⁾ Medical Research Council 1932.

Report of the Committee upon the Physiology of Hearing.

1. Studies in the Localisation of Sound.

A. The localisation of sounds in the Median Plane. By J. H. Shaxby and F. H. Gage. zie verder ommezijde.

Het is duidelijk, dat de richtingsbepaling op twee wijzen kan plaats hebben, nl. doordat òf de luidheid van het geluid op het eene oor verschilt van die op het andere òf doordat er een tijdsverschil wordt waargenomen tusschen het oogenblik waarop het geluid het eene oor en daarna het andere bereikt. Zonder verder op details in te gaan zij hier vermeld, dat het genoemde comité tot de slotsom kwam, dat het tijdsverschillen en geen luidheidsverschillen zijn, die bij de binaurale richtingsbepaling een rol spelen. Hiermede werden de vroegere onderzoekingen, o.a. van E. M. von Hornbostel¹⁾ bevestigd.

Uit deze feiten blijkt nu, dat goed richtingshooren binauraal plaats heeft, en dat eenzijdig slechthoorenden of totaal dooven derhalve in deze functie zijn gestoord. Hierin ligt een voor ons vraagstuk belangrijke consequentie opgesloten; is het richtingshooren voor den chauffeur van belang, dan moet men eenzijdig slechthoorenden als minder geschikt aanmerken. Mocht echter blijken, dat het richtingshooren niet van belang is of bij de normale chauffeurs niet tot zijn recht komt, dan zal men geen eisch van dubbelzijdig goed gehoor mogen stellen.

Over het belang van het *richtingshooren* voor den chauffeur bestaat momenteel weinig verschil van meening meer. Marloth schreef nog: „Gleich wichtig im Verkehr ist für den Fahrer unabhängig vom Grade der Hörtüchtigkeit das Vermögen, die Hupengeräusche auf der Strasse *richtig* zu lokalisieren.” Ook Birkholz eischte met klem een goed richtingshooren.

Marloth's meening kwam ook tot uiting in de Deutsche Kraftfahrzeugverordnung van 10 Mei 1932 (Reichsgesetzblatt Teil I, No. 29—32), waarbij geeischt werd, dat claxonsignalen zuiver werden gelocaliseerd. Daartegen kwamen Perwitzschky en Bitterauf²⁾ in verzet. Zij onderzochten het richtingshooren bij normalen in lawaai van de groote stad en op buitenwegen. Het bleek, dat door elkaar genomen in het stadsverkeer 50.2 % der signalen goed, 23.2 % verkeerd en 26.6 % onbepaald werden aangegeven, wanneer de proefpersoon zich op dezelfde plaats bleef bevinden.

(vervolg noot 1, pg. 61).

B. Some factors in Auditory Localisation. By H. E. O. James and Marion E. Massey.

¹⁾ E. M. von Hornbostel: „Beobachtungen über ein- und zweiohriges Hören.” Psych. Forschung. IV, bd. 1923, pg. 64 e.v.

²⁾ R. Perwitzschky und H. Bitterauf: loc. cit., zie pg. 53, noot 1.

Bij proeven verricht met een eenzijdig doove (labyrinthectomie) bleek, dat deze persoon in de stad slechts in 38,8 % van de gevallen juist aangaf; de uitkomsten buiten de stad waren geheel onzeker. Nam de normale proefpersoon plaats in een auto, dan was het percentage verkeerde antwoorden in de stad nog grooter dan wanneer hij zich vrij op straat bevond, waarbij in de gesloten wagen de slechtste resultaten werden gevonden. Werd een van de ramen geopend, dan localiseerde de proefpersoon het geluid naar de kant van het geopende raam. Beter werden de resultaten alweer in een open wagen, 37,8 % van de opgaven waren hier correct. *Het bleek echter, dat op de open landwegen in 97 % der gevallen juist gelocaliseerd werd.* Perwitzschky gaf ook een verklaring voor het feit, dat op open wegen practisch steeds goed wordt gelocaliseerd in tegenstelling tot de slechte resultaten in de stad. Het bleek hem nl., dat het niet de *reflexie* van het geluid in de eerste plaats was, die de slechte localisatie in het stadsverkeer veroorzaakte, want op door bosch omgeven wegen en op bergwegen waren de resultaten van zijn onderzoek dezelfde als die op open landwegen. Hij zoekt de oorzaak dan ook meer in een psychologisch dan in een acustisch verschijnsel en het goed localiseeren schrijft hij toe aan „herinneringen en ervaringen”. In de eerste plaats weet men, dat, zoo geen zijweg in het zicht is, het geluid waarschijnlijk slechts óf van voren óf van achteren kan komen. Het is nu een ervaringsfeit, dat bij inhalen steeds een langduriger signaal wordt gegeven dan bij passeeren. Uit den duur van het signaal kan men dus opmaken uit welke richting het geluid komt.

Daarbij noemt Perwitzschky nog het Doppler-Effekt, d.i. het stijgen van de toonhoogte bij nadering van de geluidsbron, als oorzaak van het goed localiseeren. Mijns inziens speelt dit verschijnsel een zeer dubieuze rol, immers, zoowel bij inhalen als bij voorbijrijden nadert de geluidsbron het oor van den waarnemer. Men zal dus al moeten aannemen, dat het verschil in snelheid van het naderen der geluidsbron, dus het verschil in snelheid van het stijgen der toonhoogte (in het geval van inhalen is deze snelheid gelijk aan het verschil der snelheden van de elkaar inhalende voertuigen, in het geval van passeeren gelijk aan de som van beider snelheden) aanleiding is tot het juist localiseeren.

Jammer genoeg hebben Perwitzschky en Bitterauf deze proef-

nemingen op buitenwegen niet met eenzijdige dooven herhaald, *men mag echter, waar klaarblijkelijk deze vorm van richtingshooren op andere dan op zuiver acustische fenomenen berust, aannemen, dat ook iemand met een eenzijdig goed gehoor in staat is in deze gevallen voldoende te localiseeren.*

De proeven van Perwitzschky en Bitterauf werden door Utzschneider¹⁾ in veel opzichten bevestigd. Het bleek hem, dat normaalhoorenden op pleinen in München, wanneer zij opmerkzaam luisterden en de gezichtszin was uitgeschakeld, slechts in 46 % der gevallen de signalen juist localiseerden (wanneer zij afgeleid werden door gesprekken etc., localiseerden zij slechts in 20 % der gevallen nauwkeurig). Het bleek hem voorts, dat de resultaten minder goed waren, naarmate het verkeer intenser was en dat ook de gewenning aan het stadsleven een rol speelde, daar het menschen van buiten gedurende het eerste half uur in het geheel niet gelukte de signalen te localiseeren; naarmate zij zich echter aan de omgeving gewenden, bereikten zij een goede localisatie in 30 % der gevallen. Voorts hangt het goede richtingshooren samen met de ontwikkeling van de proefpersonen. Kinderen en daglooners gaven in een veel geringer percentage der gevallen goede antwoorden dan beambten en studenten.

Het bleek hem, dat in nauwe straten de juiste localiseering groote moeilijkheden opleverde. In gesloten wagens werden in ± 73 % der gevallen foute opgaven gedaan. Bij proeven met eenzijdig-dooven bleek, dat signalen, komende van voren aan de kant van het gezonde oor, gelocaliseerd werden als bij normalen. Van uit de andere drie richtingen komende signalen was de localisatie sterk gestoord.

Uit het voorgaande, vooral uit de proeven van Perwitzschky en Bitterauf blijkt dus, dat de hoofdzaak, zoowel in de stad als op de landwegen, blijft, dat het geluidssignaal überhaupt gehoord wordt; nadere localisatie kan immers plaats hebben door middel van het gezichtsorgaan. Het acustische orgaan vervult hier uitsluitend de rol van waarschuwer: pas op, er dreigt gevaar! Een blik in het spiegelkje overtuigt ons, dat het gevaar

¹⁾ G. Utzschneider: „Versuche über das Erkennen der Richtung akustischer Kraftfahrzeugsignale im Stadtverkehr von seiten Normalhöriger und Einseitige Schwerhöriger“. Diss. München. 1935.

niet achter ons schuilt, het nadert dus van een zijweg of van voren.

De gevolgtrekking, die men in verband met het vraagstuk van dit proefschrift moet maken, luidt derhalve, dat men niet als eisch voor chauffeurs kan stellen, dat hun hoorvermogen beiderzijds volmaakt is; *aan eenzijdig verminderde of opgeheven gehoorsfunctie mag in dit opzicht geen groote waarde worden gehecht*. In dezen kan men het met de door Burger in zijn leerboek geuite meening volkomen eens zijn.

4. *Automobiëlbestuurders vergeleken met trein- en trambestuurders.*

Ulrich spreekt van een schreeuwend onrecht, wanneer aan het locomotief-personeel der spoorwegen strenge gehooreischen worden gesteld en men deze eischen niet zou stellen aan den veel meer geëxponeerden chauffeur.

Daar ook Marbe¹⁾, Birkholz en Quix uit de voorschriften van treinpersoneel gehooreischen voor chauffeurs willen postuleeren, lijkt het dienstig hierop nader in te gaan. Birkholz wijst erop, dat de chauffeur aan bijzondere weersomstandigheden (schemering, mist) veel meer bloot gesteld is dan de machinist, het zien lijdt daaronder en 't gehoor moet vicarieerend optreden. Hij dringt dan ook op eenzelfde minimaalgehoor als voor den machinist geldt, n.l. 5 m. fluisterstem, aan.

Ulrich beweert, dat de chauffeur meer gevaar loopt dan de locomotiefmachinist, daar deze laatste bepaalde voorschriften wat betreft tijd en snelheid heeft, bovendien met de weg op de hoogte is, zijn arbeidstijd geregeld is, uitwijken en inhalen uitgesloten zijn, — dit alles in tegenstelling tot de omstandigheden, waaronder de chauffeur werkt.

Burger²⁾ voert aan, dat de uitspraak van Ulrich een gevoelsargument is zonder waarde, omdat, al moge de chauffeur meer geëxponeerd zijn dan de machinist, de lichamelijke ongeschiktheid van den treinmachinist een oneindig grooter gevaar voor de gemeenschap zou opleveren dan die van den automobiël-

¹⁾ Marbe: „Die Gerichtspsychologische Begutachtung von Auto-unfällen etc.” Hirschfeld, Leipzig 1932.

²⁾ Burger: „Doove automobiëlbestuurders”. Nederl. Tijdschr. v. Gen. 79, I, 13. pg. 506.

bestuurder. Ik zou hierover het volgende willen opmerken: De keuring van een machinist van de spoorwegen is iets geheel anders dan die van een automobilist, voor zoover het tenminste geen beroepschauffeurs betreft. Hier komt n.l. de kwestie van een keuring voor een vaste positie mede in aanmerking. Een lichaam, dat personeel in blijvende dienst aanneemt heeft niet alleen te maken met de directe eischen, die de uit te oefenen betrekking verlangt, maar tevens heeft het zich zooveel mogelijk te verzekeren tegen het feit, dat de aangenomen werkkrachten reeds na korten tijd invalide zullen worden. Uit dien hoofde zullen reeds alle keuringen van overheids- of gemeentepersoneel, ja, van personeel in algemeenen zin, strenger zijn dan keuringen, waarbij het invaliditeitsprobleem geen rol speelt.

Daarbij zij hier opgemerkt, dat door het lawaai waaraan treinmachinisten zijn blootgesteld het gehoor toch al veel te lijden heeft en men heeft kunnen constateeren, dat bij hen het gehoor in dezelfde verhouding als het aantal dienstjaren terug gaat.

Peyser ¹⁾ zegt: „Voor al in 't mondeling dienstverkeer, waarbij verkeerd verstaan kan worden, is voor den machinist goed gehoor vereischt; bovendien kan bij binnenoordooftheid duizeligheid optreden.” Voorts kan aangevoerd worden, dat de vergelijking tusschen chauffeurs en machinisten ook in zooverre mank gaat, dat het lawaai, waarin door beide groepen gewerkt wordt, zeer verschillend van aard is. Zooals verderop zal blijken kan het lawaai in de cabine van een vrachtauto zeer hoge waarden bereiken, echter, deze hoge toppen zijn meer *incidenteel* en daardoor minder storend dan het voortdurende, meer constante lawaai op locomotieven.

De eisch, die de N.S. aan locomotiefpersoneel stelt (8 m. fluisterstem op het eene, en minstens 4 m op het andere oor) kan dan ook niet voor chauffeurs gelden.

5. *Zijn hardhoorenden rustiger autobestuurders?*

In de literatuur komt men nogal eens de meening tegen, dat de doove een rustiger chauffeur is dan de normale, omdat hij niet door de storende en afleidende geluiden wordt gehinderd. (Gilpatrick, Layton e.a. zijn deze overtuiging toegedaan).

¹⁾ Gecit. naar Benjamins: „Praeventie in de Neus- Keel- Oorheelkunde” in Praeventive Geneeskunde, dl. II, Hoofdst. 12.

Psychologisch staat reeds lang vast, dat dezelfde prikkels minder duidelijk waargenomen worden, wanneer gelijktijdig andere prikkels inwerken. W u n d t ¹⁾ vond reeds als gemiddelde reactietijd voor een zachte geluidsprikkel zonder storend bijgeluid 0.189 sec. en met storend bijgeluid 0,313 sec. Hetzelfde storende bijgeluid verlengde de reactietijd voor een sterke geluidsprikkel van 0,158 sec. tot 0,203 sec. en de reactietijd voor een lichtprikkel van 0,222 sec. tot 0,300 sec.

Uit proeven van Hazelhoff ²⁾ bleek voorts, dat de waarnemingstijd en dus ook de reactietijd des te meer verlengd wordt, wanneer de aandacht op de storende prikkel gericht is.

Zonder twijfel worden dus de reactietijden groter, naarmate de aandacht over meer zintuiggebieden verdeeld is en in dit opzicht staat de wél hoorende achter bij den absoluut niets hoorende. Moet men nu de invloed van dit verschijnsel in de praktijk dusdanig opvatten, dat het aanbeveling zou verdienen, een algemeen claxonneerverbod uit te vaardigen, zoodat ook de normaalhoorende niet meer „gestoord” zou worden door geluiden? Immers in de praktijk heeft het geluidssignaal niet alleen of zelfs in 't geheel niet de functie van een „storende prikkel” maar die van een waarschuwend signaal en psychologische proeven hebben eveneens uitgewezen, dat de reactietijd korter wordt, wanneer aan een prikkel een z.g. signaal voorafgaat. Dwelshauers ³⁾ vond, dat de reactietijd op gehoorprikkels, wanneer door een voorafgaand signaal de aandacht er op gevestigd was, met ongeveer 0.100 sec. werd verminderd. In het voorgaande is nu reeds meerdere malen tot uiting gekomen, dat de acustische prikkels bij het chauffeerproces eigenlijk de rol van attentiesenen voor de visuele vervullen.

Het is m.i. dus zeer problematisch, of voor den normaalhoorende de geluidssignalen inderdaad een storende werking uitoefenen, tenzij in het diffuse lawaai van het stadsverkeer, waarop nog nader zal worden ingegaan. Daarbij komt, dat de meening van Gilpatrick, Layton c.s. de verhoudingen te sim-

¹⁾ Wundt: „Grundzüge der physiologischen Psychologie”, Bd. III, 1903, pg. 442.

²⁾ F. F. Hazelhoff: „De Waarnemingstijd”, acad. proefschr. Groningen 1923, pg. 51 e.v.

³⁾ Dwelshauers: in Wundt's philos. Stud. Bnd. VI. 1891.

plistisch voorstelt. Immers er is zeker een groep van hardhoorenden, de totaal of vrijwel totaaldooven, die in de omstandigheden verkeerden, die zij beschrijven. Zij hooren niet veel of niets meer en hebben dan ook de poging om nog iets te hooren opgegeven en zich geheel visueel ingesteld. Voor deze menschen kan inderdaad gelden, dat zij, hoewel niet de voordeelen van de acustische waarschuwingen genietend, toch ook niet er door gestoord worden. Maar in het groote heir der hardhoorenden zijn deze menschen sterk in de minderheid, het meerendeel doet juist pogingen nog *wel* geluidsindrukken op te vangen, hun gebrek is niet ernstig genoeg, dat zij daardoor geheel van de acustische wereld zijn afgesloten, òf zij hebben nog niet geleerd zich bij hun gebrek neer te leggen. Het getal van deze hardhoorenden is, vooral waar het signaalhooren betreft, grooter dan men bij oppervlakkig gehooronderzoek door 't opnemen van de fluisterstem zou vermoeden, daar dit signaalhooren een veel eenvoudiger functie is dan het verstaan van de fluisterstem en dus langer intact blijft. De reeds eenige malen aangehaalde en nog nader te bespreken proeven van *Mygind* hebben dit ook bewezen; feiten, die door in dit proefschrift vermelde experimenten alleszins zijn bevestigd.

Deze menschen, die nog wel geluid waarnemen, maar dit minder goed doen dan de normaalhoorenden zullen juist zeer ingespannen luisteren, daar zij de geluiden zwakker waarnemen. Het gevolg zal dus zijn, dat zij door hun verhoogde acustische aandachtsconcentratie minder sterk visueel gericht zijn.

Ter illustratie van het feit, dat te hooge acustische aandachtsconcentratie slechte gevolgen kan hebben, zij hier een geval, geobserveerd door Bingham ¹⁾, meegedeeld. Het ging hier over een chauffeur met lange ervaring. Bingham schrijft:

„His record had been excellent until early in 1929, when he began to have more than his share of accidents. Most of them happened just as he was starting the car. Was he growing careless? Quite the opposite. Observation showed that he was so conscientiously careful about one part of his work that he was interfering with another part. He had become slightly deaf, and had formed the habit of listening for the conductor's starting signal so intently that he then threw on the power at once.”

¹⁾ Bingham: loc. cit. zie pg. 7, noot 2.

Bij de verderop beschreven proefnemingen is mij ook meerdere malen gebleken, dat slechthoorenden, die aan sterke subjectieve geruischen of tonen lijden, vaak onzeker zijn in het aangeven van signalen, die in de buurt van de waarnemingsdrempel zijn gelegen, daar zij niet zoo snel kunnen uitmaken, wát zij hooren, het exogene of het endogene geluid. In deze gevallen zal dus zeker verhoogde auditieve aandachtsconcentratie optreden en onzekerheid van handelen zal ongetwijfeld het gevolg zijn. Door de doofheid worden sterke prikkels als het ware gedempt en zodoende tot zwakkere gemaakt. Psychologisch is het een vaststaand feit, dat zwakkere prikkels een langere reactietijd medebrengen. Hazelhoff¹⁾ schrijft: „Voor al bij zeer zwakke prikkels ter sterkte van omstreeks de drempelwaarde ligt het zeer voor de hand, dat de langere reactietijd gedeeltelijk wordt veroorzaakt door de *onzekerheid van den proefpersoon* of hij werkelijk den prikkel waarneemt, *waardoor het wilsbesluit pas na eenige aarzeling tot stand komt.*”

Men zou het eventueel rustiger chauffeeren door slechthoorenden wellicht ook willen toeschrijven aan het feit, dat zij niet of in verminderde mate door conversatie van hun medepassagiers zouden worden afgeleid dan de normaalhoorende, evenals dit het geval zou zijn, waar het betreft de afleiding, veroorzaakt door een radio in de auto, zooals tegenwoordig een enkele maal voorkomt. Mijns inziens gelden deze argumenten ook slechts waar het dooven betreft, die geen moeite doen nog geluiden op te vangen, anders treden dezelfde bezwaren op als hierboven zijn aangehaald, waar het betreft het signaalhooren. Bepaald ongunstig kan bij hardhoorenden het liplezen werken, wanneer deze menschen zich niet de plicht opleggen, van het voeren van conversatie geheel af te zien tijdens het chauffeeren, immers het liplezen houdt een grooté visueele afleiding in, die zeker niet toelaatbaar geacht mag worden.

Voorts leert de ervaring, dat het voeren van conversatie bij normale personen in veel gevallen eerder een vóór- dan een nádeel bij het chauffeeren, — vooral in gesloten wagens op lange nachtelijke tochten — beteekent. Hier gaat het gesprek de vermoeidheid en het gevaar van inslapen tegen.

¹⁾ Hazelhoff: pg. 11 op. cit. zie pg. 67, noot 2.

Leerink¹⁾ zegt: „Veilig valt aan te nemen, dat het aantal ongevallen (en semi-ongevallen) veroorzaakt (of bijna veroorzaakt) door oververmoeidheid en slaperigheid van bestuurders, belangrijk is.” Allen kennen wij, bij nachtelijke tochten vooral, de hypnotiseerende invloed van de regelmatig loopende motor, de voortdurende licht wiegelende beweging van de wagen, het constant voorbijschieten van boomenrijen. Juist dan kan een gesprek een verademing zijn en de hypnose breken. Leerink²⁾ veroordeelt uit deze overwegingen de radio, in de auto aangebracht, dan ook niet.

Van belang voor ons vraagstuk is nog dat, zooals Ulrich opmerkt, de door Wundt vastgestelde optische en acustische reactietijden verschillen en wel, dat de reactie op acustische prikkels sneller is dan die op optische prikkels.

Wij komen dus tot de slotsom, dat slechts de zeer sterk dooven mogelijkerwijze rustiger zullen chauffeeren, doch dat voor de andere hardhoorenden hun gebrek allerminst een waarborg is voor grootere zekerheid en rust bij het besturen van een auto.

6. Welke zijn nu de minimum eischen aan het gehoor te stellen, waartoe de diverse auteurs meenen te moeten concluderen?

1. Abraham³⁾ neemt genoeg met een fluisterstem van 3 m. op één oor, terwijl het andere totaal doof mag zijn.
2. Benjamins vraagt voor taxi- en autobuspersoneel een „auditus” (d.w.z. de gehoorscherppte met beide ooren open en bepaald met de conversatiestem) van 3 m. (op de andere door dezen schrijver gemaakte suggestie zal verderop nader worden ingegaan).
3. Birkholz verlangt minimaal een fluisterstem van 5 m. op beide ooren afzonderlijk.
4. Burger verheugt zich, dat geen eischen tot nu toe in onze wet zijn vastgelegd. Hij wil ieder geval afzonderlijk bezien, maar hecht aan het gehoor practisch geen waarde, behoudens voor beroepschauffeurs.

¹⁾ Leerink: pg. 251 op. cit. zie pg. 7, noot 1.

²⁾ ib. pg. 232.

³⁾ Abraham: „Ueber die Notwendigkeit einer regelmässigen Nachuntersuchung der Kraftwagenführer.” Deutsche med. Wochenschr. 1928, pg. 1305.

5. Esch¹⁾ stelt eischen, waarop nog nader zal worden ingegaan.
6. Layton deelt het standpunt van Burger.
7. Marloth neemt genoegen met de indertijd in Duitschland geldende eisch van 3 m. fluisterstem op één oor.
8. Nager eischt beiderzijdsche perceptie van de fluisterstem op 2—3 m. afstand.
9. Quix stelt voor: 4 m. fluisterstem op ieder oor afzonderlijk, of op het eene 2 m. en op het andere oor 6 m. Bij eenzijdige doofheid lijkt hem 8 m. fluisterstem op het hoorende oor voldoende.
10. Ulrich wil de chauffeurs in categorieën onderscheiden, zooals taxichauffeurs, vrachtwagenchauffeurs etc. Deze moeten een minimale fluisterstem van 2 m., en meer dan 6 m. conversatiestem op het slechtste oor hebben.
De categorie „gelegenheidsrijders” moeten er een minimaal gehoor van 6 m. conversatiestem op na houden.

Men ziet het, deze eischen loopen even ver uit elkaar als die, welke vervat zijn in de wetgevingen der verschillende landen.

Welke gedachtengang moet men nu volgen ten einde een zoo rechtvaardig mogelijk oordeel in dezen te kunnen vormen?

De volgende § zal daartoe de richtlijnen aangeven.

§ 5. *Richtlijnen naar een bevredigende oplossing van het vraagstuk.*

De schijnbaar tegenstrijdige feiten, dat eensdeels een goed hoorvermogen voor den chauffeur van belang is, anderdeels zekere slechthoorenden naar behooren een auto kunnen besturen, de moeilijkheid tenslotte een behoorlijke maatstaf te vinden, waarmede uitgemaakt kan worden, welke minimum eischen aan het gehoor gesteld moeten worden, heeft een gevoel van ontevredenheid achtergelaten bij al degenen, die zich met het vraagstuk hebben bemoeid. De eischen, zooals ze tot nu toe werden geformuleerd, zijn op theoretische gronden aan de schrijftafel vastgesteld en voldoen niet aan de voorwaarden van

¹⁾ Esch: „Schwerhörige Kraftfahrer im Verkehr”. Z.schr. f. Hals-, Nasen usw. Heilkunde, 23, 1929, pg. 34.

de praktijk. Ulrich en vooral Benjamins wijzen erop, dat experimenteele arbeid op het onderhavige onderwerp nieuw licht kan werpen en achten dit dan ook gewenscht. Het is Esch geweest, die voor het eerst iets in deze richting heeft ondernomen, zij het op nog zoo bescheiden schaal. Hij heeft daarbij direct de vinger op een wonde plek gelegd. Het kardinale punt namelijk, waar het in dezen op aan komt is niet, dat de betrokkene in de stilte van de spreekkamer op een zeker aantal meters de fluisterstem kan waarnemen, *maar dat hij de noodige geluiden in de lawaaiige omgeving, veroorzaakt door het straatverkeer en zijn eigen wagen, zal kunnen waarnemen*. Hieruit blijkt, dat het niet aankomt op de hoorcapaciteit in stille, maar juist in lawaairijke omgeving.

Het hooren in lawaai nu is geheel iets anders dan in de stilte. De normaal hoorende wordt door het lawaai in het waarnemen van geluiden gestoord; sommige slechthoorenden echter worden daardoor klaarblijkelijk minder ernstig in hun geluidswaarneming gehinderd, zoodat zich het merkwaardige feit voordoet, dat zij althans schijnbaar beter hooren dan de normaal hoorende (Paracusis Willisii).

De Paracusis Willisii treedt op in sommige gevallen van slechthoorendheid van het geleidingstype, dus vooral bij otosclerose en doofheid, ontstaan door chronische middenoorontsteking.

Behalve nu dat sommige slechthoorenden minder dan de normalen door lawaai gestoord worden, worden anderen méér daardoor gehinderd. Het zijn vooral de binnenoordooven en wel in de eerste plaats zij, die aan presbycusis lijden. Dit verschijnsel, dat door Berberich ¹⁾ met de naam Baryacusis is begiftigd, is eveneens door meerdere schrijvers geconstateerd.

Deze twee verschijnselen kunnen nu tot groote onrechtvaardigheden aanleiding zijn. Esch ²⁾ oefende naar aanleiding van twee gevallen dan ook critiek uit op de toenmaals in Duitschland geldende eisch van 3 m. fluisterstem op één oor.

Ik laat ter illustratie hier deze gevallen volgen:

„Fall I (Nervenschwerhörigkeit).

Der 51-jährige Patient A. H. leidet seit 5 Jahren an zunehmender Schwerhörigkeit und hat häufig Ohrensausen. Gehörgang und

¹⁾ Joseph Berberich: „Baryakusis' bei der Altersschwerhörigkeit". Monatschr. f. Ohrenhk. und Laryno-Rhinol. 70. Jahrg. 6. Heft, Juni, p. 722.

²⁾ Esch: loc. cit. zie pg. 71, noot 1.

Trommelfell sind ohne wesentliche krankhafte Veränderungen, desgleichen die oberen Luftwege.

Angaben bei verschiedene Funktionsprüfungen:

Flüstersprache	Links	Rechts
	3 m.	an der Ohrmuschel
Umgangssprache mehr als	6 m.	1 m.

Binaurales Satzgehör für Umgangssprache mehr als 6 m.

Schwabach: Die Stimmgabel c_{128} wird in Knochenleitung beiderseits stark verkürzt gehört.

Rinne: beiderseits positiv.

Untere Tongrenze: 24 Schw. 30 Schw.

Obere " : 10000 " 14000 "

Der Tubenkatherismus ist ohne Einfluss auf das Hörvermögen".

In dit geval moest dus volgens de Wet het rijbewijs uitgereikt worden.

„Fall II (Mittelohrschwerhörigkeit. Otosklerose).

Der 40-jährige Patient E. B. leidet seit 20 Jahren an einer Schwerhörigkeit, die sich ganz allmählich eingestellt und fortentwickelt hat. In den letzten Jahren sei eine Verschlimmerung nicht mehr eingetreten. Gehörgang und Trommelfell sind beiderseits ohne wesentliche krankhafte Veränderungen, desgleichen die oberen Luftwege.

Angaben bei verschiedenen Funktionsprüfungen:

	Links	Rechts
Flüstersprache	an der Ohrmuschel	1 — 2 m.
Umgangssprache	1—2 m.	4—5 m.
Binaurales Satzgehör für Umgangssprache	4— 6 m.	

Schwabach: Die Stimmgabel c_{128} wird in Knochenleitung beiderseits normal lang gehört.

Rinne: negativ. negativ.

Untere Tongrenze 100—150 Schw. 100—120 Schw.

Obere " 19000 " 20000 " "

In dit geval moest dus eigenlijk afkeuring volgen.

Es sch ging nu allereerst bij deze twee patienten de invloed na, die door lawaai op het hooren van de conversatiespraak werd uitgeoefend. Het Langenbeck'sche lawaaiapparaat ¹⁾, dat in een geluidsvrij vertrek was opgesteld, leverde het lawaai, dat door gummislangen naar de ooren van de patienten werd geleid, die zelf in een rustige onderzoekkamer waren gezeten. Zoo doende voorkwam hij, dat de onderzoeker zelf zijn stem uitzette en luider sprak dan gewoonlijk.

Het bleek nu, dat de patient met binnenoordooftheid zoodanig gestoord werd, dat de conversatiestem van 6 m. op 0.3 m. terugging, terwijl de patient met geleidingsdooftheid niet werd gestoord; „man hatte beinahe den Eindruck, alsob der Patient im Lärm besser höre".

¹⁾ B. v. Langenbeck: „Ueber die Unzulänglichkeit unserer Hörschärfenbestimmung". Zeitschrift f. H.N.O. Heilk., blz. 20, Bd. 1928, S. 313.

E s c h ging daarna over tot een practische proef. Terwijl de patient naast den chauffeur was gezeten, werd in een gesloten taxi (slechts het raam aan de zijde van den chauffeur was geopend) door het drukke stadsverkeer gereden. De patient moest nu de acustische signalen (claxons, trambellen, fietsbellen) door het opheffen van de hand aangeven.

Patient 1 gaf daarbij van alle aanwezige signalen 20 % en van alle het voertuig zelf betreffende signalen 33 % aan. *Patient 2* gaf alle acustische signalen, ook die welke op groote afstand werden gegeven, duidelijk aan.

B e n j a m i n s sloot zich bij de meening van E s c h aan en kwam tot de slotsom, dat het gehoor van den automobilist slechts in lawaai moest worden onderzocht, liefst in een rijdende auto en wel alleen op het hooren van geluidssignalen.

Behalve op de door E s c h naar voren gebrachte meening moet nog op een ander door M y g i n d ontdekte eigenaardigheid worden gewezen.

M y g i n d¹⁾ verrichtte eenige voorloopige proefnemingen over het signaalhooren bij slechthoorenden. Het bleek hem, dat in een groot deel der gevallen de hardhoorenden deze signalen over veel grooter afstand hoorden, dan men uit hun fluisterstem zou vermoeden. Hij onderzocht 8 patienten, met verschillende vormen van sterk uitgesproken slechthoorendheid, met diverse automobielhoorns. Hij constateerde daarbij, dat eerst wanneer het hoorvermogen van slechthoorenden dusdanig is gereduceerd, dat men zich met de gewone spreekstem moeilijk meer met hen kan onderhouden, hun signaalgehoor voor afstanden grooter dan 50 m. onvoldoende wordt.

De beide patienten van E s c h bleken eveneens de signalen op een afstand van 50—60 m. goed te hooren.

Het was derhalve een logische opgave het verband tusschen fluister- en conversatiestem en het signaalgehoor nader te bestudeeren, en daarbij tevens een onderzoek in te stellen naar het signaalgehoor bij slechthoorenden en normalen in lawaairijke omgeving.

Hoe deze opgave werd uitgewerkt, zal in de volgende hoofdstukken nader worden beschreven.

¹⁾ S. H. Mygind: Mededeelingen in de „Dänische Oto-Laryngologische Gesellschaft". Kopenhagen. Sitzung vom 5-3-1930. Zie Zentralblatt f. H.N.O. XVII, 1932, 43.

HOOFDSTUK III.

„We shall have to give over the fun of arguing words and begin to face facts. Our intellectual joust is over; it is time to plant some beans”.
J. Hart.

§ 1. *Algemeene gang van het onderzoek.* — § 2. *Proefopstelling.* —
§ 3. *Over geluidssterkte-meting.* — § 4. *De gebruikte geluidssterkte-meter nader besproken.*

§ 1. *Algemeene gang van het onderzoek.*

De algemeene gang van het onderzoek is nu als volgt ingericht geweest. Van een aantal slechthoorenden van uiteenloopend type, geleidings- en perceptie-dooven, alsmede gemengde vormen, werd zoo nauwkeurig mogelijk op de gewone klinische wijze het gehoor onderzocht. Behalve dat fluister- en conversatiestem werden bepaald, is eveneens stemvork-onderzoek verricht, terwijl tevens audiogrammen met de toongenerator werden opgenomen.

Daarna hebben wij het signaalgehoor van deze patienten nader onderzocht met een claxon, waarvan de sterkte naar willekeur kon worden afgezwakt, zoodat het mogelijk was het minimum audibile daarvoor vast te stellen.

Nadat buiten het laboratorium proefnemingen waren verricht over de afstand, waarop een claxon normaal gehoord kan worden en ook de geluidssterkten op diverse afstanden van de geluidsbron waren gemeten, kon dus in het laboratorium worden nagegaan over welke afstand de slechthoorende in staat was de claxon nog waar te nemen.

Zooals tevoren werd betoogd, is de slechthoorende chauffeur niet alleen hardhoorend zonder meer, maar een slechthoorende in een lawaairijke omgeving. Daar de invloed van het omgevende lawaai bij de diverse vormen van slechthoorendheid een zeer verschillende is, werden de onderzochten nu ook blootgesteld aan de inwerking van lawaai, dat evenals het claxon-geluid in sterkte willekeurig regelbaar was. Bij diverse lawaai-

sterkten van dit omgevingsgeruisch werd nu nogmaals de minimaal hoorbare claxonwaarde bepaald.

§ 2. *Proefopstelling.*

Teneinde bij de proefpersonen de minimum-sterkte van claxongeluid, die zij konden waarnemen, te kunnen nagaan en tevens de invloed van lawaai op deze claxon-intensiteit te kunnen bepalen, werd van de volgende proefopstelling gebruik gemaakt.

In de eerste plaats dan was noodig een claxon, waarvan de geluidssterkte naar believen kon worden geregeld. Hiertoe werd een gewone autoclaxon, merk Bosch, aangesloten op een 6 Volts accu, opgesteld in een vertrek met gecapitonneerde wanden ¹⁾, zoodat het geluid daarvan niet direct in het eigenlijke onderzoekvertrek kon doordringen. Vóór deze claxon was in het geluidsarme vertrek een microfoon opgesteld, vanwaar het geluid naar een versterkingsapparaat, zich bevindend in de onderzoekkamer, kon worden geleid. Dit versterkingssysteem eindigde met tusschenschakeling van een regelweerstand in een luidspreker (zie figuur 3).

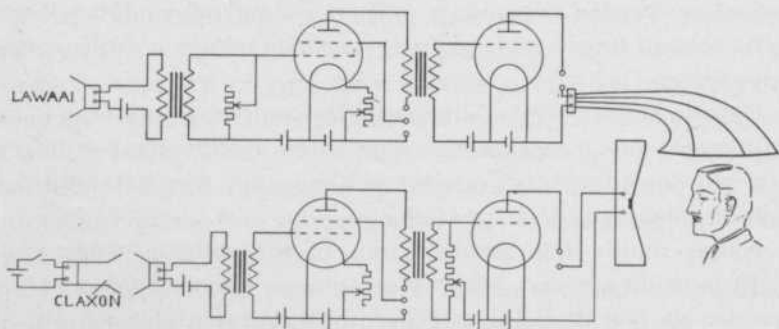


Fig. 3.

Voor het verkrijgen van lawaai, dat, wat de spectrale verdeling van de componenten betreft, overeenkomst vertoonde met dat, hetwelk door een rijdende auto wordt opgewekt, werd aanvankelijk gebruik gemaakt van een elektrische lawaaitrommel, gebouwd volgens het principe van een elektrische bel.

¹⁾ Beschreven bij C. E. Benjamins: „Enkele beschouwingen over het onderzoek van het gehoor met het gesproken woord”. N. T. v. G. 73 J. 1929. No. 38. pg. 4359—4369.

Deze lawaaitrommel stond, teneinde weer geen storing in het laboratorium te krijgen, in een derde kamer. Het lawaai, evenals bij de claxon opgevangen door een microfoon, kon naar het onderzoekvertrek worden geleid, waar het eveneens, naar believen, door twee versterkingstrappen kon worden versterkt of door weerstanden verzwakt; dit systeem eindigde in een luidspreker met een cartonnen trechter, welke zoodanig aan een statief was bevestigd, dat de daaronder plaats nemende proefpersoon als 't ware met geluid werd overgoten. Aan hetzelfde statief was de luidspreker verbonden, die het claxongeluid produceerde. Behalve deze elektrische rammelaar werd als lawaaibron tevens gebruik gemaakt van een triodeschakeling (zie figuur 4), die een z.g. „ideaal” geruisch veroorzaakt, d.w.z. lawaai, waarin practisch alle toonhoogten zijn vertegenwoordigd en dat dus een continu spectrum vertoont. Dit lawaai komt overeen met het door Fletcher¹⁾ gebruikte „thermal noise”, en ontstaat door de potentiaal, welke in een elektrische geleider wordt opgewekt door de Brown'sche electronen-bewegingen, te versterken.

Over de juiste aard dezer storingsgeluiden zal in het volgende nader worden gehandeld; hier zij nog slechts medegedeeld, dat het door het voorschakelen van filters mogelijk was, de hooge frequenties uit het spectrum te zeven en dus een lawaai van een lager karakter over te houden.

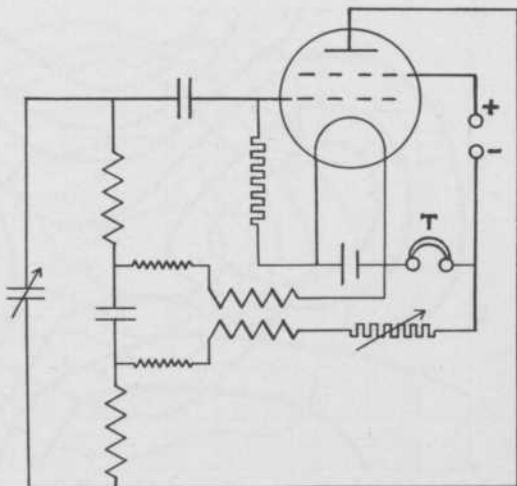


Fig. 4.

¹⁾ H. Fletcher en W. A. Munson: „Relation Between Loudness and Masking” J. Acous. Soc. Am. 9 (1937) M. I. pg. 1—10.

Er is bij het zoeken naar een geschikt storingslawaai aan gedacht, om, evenals Labrousse¹⁾ dit deed, gebruik te maken van gramofoonplaten, opgenomen in de cabine van stilstaande auto's met draaiende motor; dit lawaai was voor ons doel echter niet voldoende, immers men kan rustig veronderstellen, dat bij het rijden zwaardere en lichtere deelen van het chassis en de carrosserie, evt. de lading, mee gaan vibreeren en daardoor de reeks van in het spel komende frequenties aanmerkelijk wordt uitgebreid.

Daar het nu niet doenlijk is, dit voor allerlei soorten wagens weliswaar verschillende, maar toch in hoofdtrekken waarschijnlijk overeenstemmende storingslawaai te reproduceeren, werd het logisch geacht als storingsbron een lawaai van een samenstelling, waarin vrijwel alle toonhoogten vertegenwoordigd zijn, te bezigen.

Ondanks het feit, dat de wanden van het vertrek met geluid-dempende gordijnen waren behangen, ontstonden er door interferentie van de golven, uitgaande van de geluidsbronnen en het

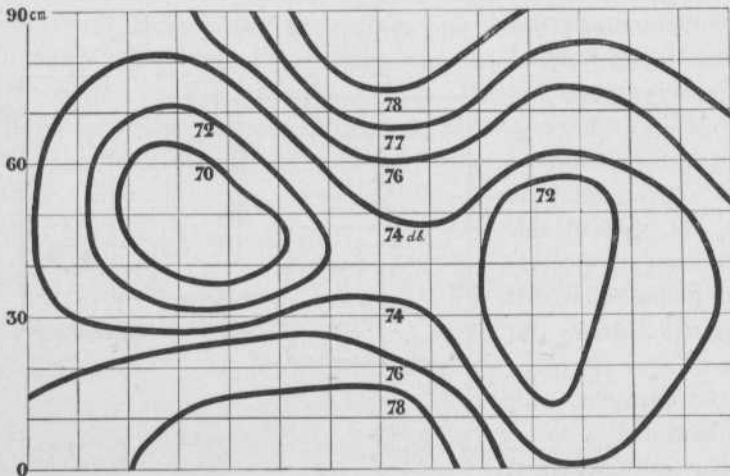


Fig. 5.

door de muren gereflecteerde geluid staande golven, waardoor op sommige plaatsen de luidheid aanmerkelijk van die op nabij gelegen punten verschilde. Door met een beweeglijke microfoon de geluidsterkte op te meten, kon een indruk verkregen worden van het verloop van deze golven. Fig. 5 geeft een indruk van

¹⁾ A. Labrousse: „Mesures de bruits relatifs aux essais des appareils dits „Amplificateurs de sons pour camions”.

Ann. Postes. Télégr. 20 (1937).

eenige isophone curven van een toon van 1000 trillingen, uitgedrukt in decibels en opgemeten in een hoek van het vertrek, ter hoogte van ± 1 Meter onder de luidspreker.

Men ziet, dat op sommige plaatsen zones van grootere en lagere intensiteit vlak bij elkaar zijn gelegen. Door geringe verandering in het geluidsveld, dus bijvoorbeeld door een beweging van proefpersoon of onderzoeker, verandert dit veld bovendien steeds van vorm, zoodat een plaats van geringe in een van grootere intensiteit kan overgaan. Bij tonen van hooger trillingsgetal en dus van nog kleinere golflengte zal dit verschijnsel zich bovendien in sterkere mate voordoen. Daar het nu onvermijdelijk was, dat de onderzoeker tijdens de proefneming een aantal bewegingen verrichtte, werd in het vertrek een omheining van geluiddempende gordijnen opgesteld, waarbinnen

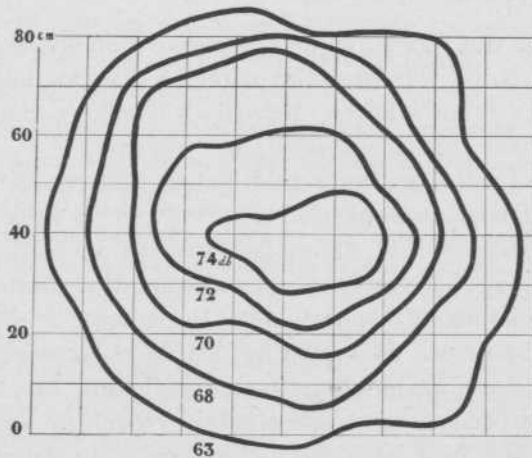


Fig. 6.

het statief met de luidsprekers werd geplaatst en waarin de proefpersoon plaats nam. De lijnen van gelijke geluidssterkte werden hierin ook opgemeten en neergelegd in fig. 6.

Het verloop dezer lijnen geeft de polygonale vorm van het gordijnenscherm weer, terwijl blijkt, dat zich hierbinnen slechts één centrum van maximum geluidssterkte bevindt, dat naar de wanden toe min of meer regelmatig afneemt in intensiteit. Tevens blijkt, dat indien de proefpersoon het hoofd tijdens de

proefneming slechts eenige centimeters zou bewegen, het oor een andere geluidssterkte zou opvangen dan bij stilgehouden hoofd. Hoe groot deze verandering kan zijn, laat zich uit deze curven niet afleiden, daar met de beweging het verloop van de isophonen zou veranderen en bovendien bij verschillende toonhoogten ook een andere vorm der lijnen optreedt. Volgende blijkt echter, dat het zeer gewenscht was, dat de proefpersoon het hoofd, en ook het overige lichaam, zoo goed mogelijk stil hield. Een rustige stand van het hoofd werd verkregen door het op een kinsteun te laten rusten.

Naast het rechter oor van den proefpersoon was de microfoon van de geluidsintensiteitsmeter opgesteld, en vandaar leidde een afgeschermd kabel buiten de omheining naar de tafel, waarop, naast de instrumenten voor 't in- en uitschakelen en sterkte-regeling van claxon en lawaaibronnen, de Sound-Level-meter was opgesteld.

Het was nu dus mogelijk op de proefpersoon elke willekeurige intensiteit, zoowel van het claxongeluid als van het storings-lawaaï, in te laten werken, terwijl de sterkten daarvan niet alleen regelbaar, maar ook meetbaar waren.

De meetbaarheid van het geluid, dat op het trommelvlies valt, vatte men niet te absoluut op. De wijze, waarop geluid gereflecteerd en gebogen wordt, hangt behalve van de golflengte (zoo als reeds boven beschreven) ook af van de grootte en vorm van de terugkaatsende oppervlakte. De reflexie is alleen regelmatig en onbeïnvloed door buiging, als de reflecteerende oppervlakte groot is in verhouding tot de golflengte van het geluid. Geluiden van een hoog trillingsgetal, vooral in de zone van 2000—8000 Hz., worden door het hoofd en de ooren zoodanig gereflecteerd en gebogen, dat het vrijwel onmogelijk is precies te berekenen, welke intensiteit het geluid heeft, dat op het trommelvlies valt ¹⁾. Door de microfoon van de geluidsintensiteitsmeter steeds op dezelfde wijze vlak bij het oor van de proefpersoon te plaatsen, konden echter wel onderling vergelijkbare waarden worden gemeten.

Teneinde een beter inzicht in het functieverlies van de proefpersonen te krijgen, werd het mogelijk gemaakt op het versterker-systeem en de luidspreker, dienende voor de productie van

¹⁾ Zie o.a. Vern. O. Knudsen: „Audiometry”. pg. 4.

het claxongeluid, tevens een toongenerator aan te sluiten, waardoor het dus mogelijk was de proefpersonen met alle willekeurige sterkten, die weer door de geluidsintensiteitsmeter gemeten konden worden, van alle tonen van de toonschaal te testen. Op deze wijze werd dus een luchtgeleidings-audiogram van beide ooren tegelijkertijd verkregen, zoodat, in vergelijking met het normale audiogram, het totale hoorverlies kon worden aangeteekend.

Alvorens nu in te kunnen gaan op de wijze van geluidsterktemeting, zooals deze bij de hier geschetste werkmethode werd toegepast, dienen wij eerst onze aandacht aan de acustische intensiteitsmeting in het algemeen, zooals deze zich in de laatste jaren heeft ontwikkeld, te wijden, om dan meer in 't bijzonder de gebruikte apparatuur te kunnen beschrijven.

Eerst echter diene nog het volgende te worden opgemerkt. In het voorgaande en ook in het volgende zal meerdere malen over tonen, klanken, klank- en toonmengsels, geruischen en knallen gehandeld worden.

Het is niet overbodig deze begrippen nader te definieeren.

Onder een toon verstaat men fysisch gesproken een geluid, dat zuiver sinusvormig afhangt van de tijd. Bevat een geluid slechts deeltonen, waarvan de frequenties voltallige meervouden zijn van de frequentie van de grondtoon, dan ontstaat een klank. Treden in een geluid gelijktijdig meerdere klanken op, waarvan de grondfrequenties geen voltallige meervouden zijn, dan ontstaat een klankmengsel, terwijl als in een geluid onperiodische bestanddeelen voorkomen, dit wordt aangeduid met geruisch.¹⁾

Deze definities zijn weliswaar fysisch volledig verantwoord, praktisch en ook in het spraakgebruik komt van deze indeeling niet veel terecht. Trendelenburg¹⁾ wijst er op, dat b.v. de „klank” van een piano niet streng periodisch is en vermengd met het geruisch van de hamerslag op de snaar.

Helmholtz²⁾ zeide: „Zwar können Geräusche und Klänge in mannigfach wechselnden Verhältnissen sich vermischen und durch Zwischenstufen ineinander übergehen, ihre Extreme sind aber weit von einander entfernt”. Het hoofdkenmerk van de muzikale klank blijft echter de periodieke trilling van de luchtdeeltjes, van het geruisch de niet periodieke trilling.

Fysisch is een geruisch opgebouwd uit samengestelde trillingen, practisch alle trillingen komen er in voor; er bestaat een z.g. continu spectrum of er zijn in ieder geval zeer veel trillingen aanwezig.

Onder lawaai tenslotte verstaat men vlg. Fletcher³⁾, die ge-

¹⁾ F. Trendelenburg: „Klänge und Geräusche.” pg. 19 e.v.

²⁾ H. v. Helmholtz: „Die Lehre von den Tonempfindungen” 5e ed. 1896, pg. 14, e.v.

³⁾ H. Fletcher: „Speech and Hearing.”

luiden, waaraan geen bepaalde eigenschap kan worden toegekend. Het is een mengsel van klanken, geruischen, knallen en dus een geluid met grillige wisselende componenten van eveneens wisselend karakter en intensiteit.

Subjectief kan men allerlei soorten van geruischen van elkaar onderscheiden: ruischen van bladeren, waterval, wind, zonder dat het mogelijk is deze geruischen ook physisch scherp tegen elkaar te begrenzen. De geruischen zijn echter, evenals de klanken, te onderscheiden naar duur, sterkte en in zekeren zin ook naar de toonhoogte, doordat in vele geruischen enkele tonen domineeren, die er de typische kleur aan verleen.

Een speciaal soort geruisch is de knal, een geluid, dat zoo kort van duur is (hoogstens 0.0015 sec), dat een bepaalde toonhoogtebepaling niet meer mogelijk is. Treden niet meer dan 33 knallen per sec. op, dan zijn zij nog afzonderlijk te onderscheiden, volgen zij elkaar sneller op, dan ontstaat een geluid, dat dus een geruisch, samengesteld uit knallen is.

§ 3. *Over geluidssterktemeting.*

Het physiologisch meten van geluidsintensiteiten is een opgave, die op vele moeilijkheden stuit, daar het een waardebepaling met zich meebrengt, welke noodzakelijkerwijze mank gaat aan de subjectiviteit van den waarnemer. Het is met de geluidsintensiteit als met de pijnintensiteit: men kan zeer goed waarnemen, of de prikkel, die de pijn veroorzaakt, in sterkte toeneemt, men blijft in zijn beoordeeling van de pijn, die geleden wordt, echter bij begrippen van: een beetje pijn, erge pijn, niet uit te houden, enz. Het zou al zeer moeilijk zijn een „pijn-schaal” aan te geven en b.v. in procenten weer te geven hoe de eene pijnindruk zich ten opzichte van de andere verhoudt. Maar al ware dit mogelijk, toch zou het oordeel van den lijder zeer subjectief blijven en de maat, door den één aangegeven zou voor den ander niet gelden. Evenzoo bij de beoordeeling van de geluidssterkte. Een geluid, door sommigen reeds als hinderlijk beschouwd, wordt door anderen nog als dragelijk bevonden, immers, de waardebepaling ervan hangt in hooge mate samen met de structuur en de momentane constellatie van onze heele somatische en psychische status.

In de muziekleer heeft men steeds het gebrek aan een nauwkeurige omschrijving van de te produceeren geluidsintensiteit gevoeld en getracht daaraan tegemoet te komen door de invoering van een schaal, die van pianissimo — fortissimo loopt, maar ook hier is de beoordeeling van deze termen vrij subjectief. Men is niet verder gekomen dan een vergelijking met andere geluiden, waarvan de sterkte overigens evenmin vaststaat.

Beschouwen we de geluidsintensiteitsmeting echter van de physische kant, dus van de zijde van de energiebron, de geluidsvoortbrenger, dan is het mogelijk de voor het opwekken van het geluid gebruikte energie te meten. Het blijkt n.l., dat de geluidssterkte in een bepaald punt van een geluidsveld op een constante wijze afhankelijk is van de geluidsdruk ter plaatse.

Physisch is vastgesteld, dat $E = \frac{P^2}{\rho c}$ erg per sec. per cm^2 is, waarbij E voorstelt de physische geluidssterkte, P de geluidsdruk, c de voortplantingssnelheid van het geluid, ρ de dichtheid van het medium. Bepaalt men zich nu tot waarnemingen in lucht, dan blijven c (340 M/sec. bij 16°) en ρ , dus ook hun product ρc constant, zoodat men dus, twee punten in een geluidsveld beschouwende, kan zeggen, dat de geluidsintensiteiten aldaar recht evenredig zijn met het quadraat van de geluidsdruk in die punten.

Hiermede is dus het probleem der geluidsintensiteitsmeting teruggebracht tot het meten van de geluidsdruk, wat kan geschieden met b.v. een condensatormicrofoon, welke in het geluidsveld wordt geplaatst, en waarvan men de opgewekte wisselspanning meet. Men kan nu langs electriche weg een bekende drukvariatie op het membraan aanbrengen en zodoende de microfoon ijken.

Uit de formule $E = \frac{P^2}{\rho c}$ erg/sec. per cm^2 blijkt nog, dat men de geluidsintensiteit uitdrukt in ergs per sec. per cm^2 of in Watt/ cm^2 (1 erg/sec. = 10^{-7} Watt).

Evenzeer is echter de geluidsintensiteit bepaald, zooals bleek, als men haar aangeeft in geluidsdrukeenheden. Als eenheid van geluidsdruk geldt nu de drukvariatie uitgedrukt in dynes per cm^2 , een eenheid, die van Bjerknes de naam „baar” ontving en gelijk genomen werd aan de kracht van 1 miljoen dynes per cm^2 . Hiervan zijn afgeleid de deci-, centi-, milli- en microbaar.

Behalve de genoemde methode van geluidsintensiteitsmeting door middel van de condensatormicrofoon, kent men ook andere physische methoden voor hetzelfde doel, b.v. met het spiegelkje van Rayleigh e.a. Deze werkwijzen zullen hier verder onbesproken gelaten worden.

Wenden wij ons thans eens tot de physiologische kant, dan blijken physische en physiologische verschijnselen geenszins parallel te verlopen. Het oor is namelijk zoodanig ingericht, dat het tonen van ± 800 — ± 5000 Hz. reeds bij physisch geringe intensiteiten waarneemt, terwijl lagere en hogere tonen,

willen ze waargenomen worden, veel grotere fysieke intensiteiten moeten hebben. Omgekeerd: geeft men een toon van 200 Hz. en een van 800 Hz. een gelijke fysieke intensiteit, dan klinkt die van 800 Hz. naar ons subjectief oordeel veel luider ¹⁾.

Het blijkt dus, dat we naast het fysieke, een fysiologisch intensiteitsbegrip moeten invoeren, dat we wellicht het beste met luidheid aanduiden ²⁾. Zoo goed als men in de fysica twee verschillende intensiteiten kan vergelijken door beide uit te drukken b.v. in bars, heeft men in de fysiologie behoefte aan een luidheidsschaal, die 't mogelijk maakt geluiden van verschillende luidheid onderling te waardeeren. Hier stuit men echter op zeer vele moeilijkheden, daar in de fysiologie de luidheidswaardeering nu eenmaal subjectief verschillend is en afhankelijk van aandachtsschommelingen, vermoeidheid, affectiviteit, ouderdom, ziekten van het gehoororgaan, enz. Men zal hier dus nooit tot absolute waarden kunnen geraken, slechts kan men uit proefnemingen, genomen bij groote aantallen proefpersonen, tot gemiddelden komen.

Teneinde nu nader te komen tot het vinden van deze gemiddelden, moeten wij ons wenden tot de wet van Weber-Fechner, die in grove trekken de verhouding tusschen fysieke prikkelsterkten en fysiologische gewaarwordingen tracht weer te geven, in dit geval dus de verhouding tusschen de fysieke intensiteit en luidheid.

Algemeen geldt in de psychologie ³⁾, dat de vermeerdering in sterkte van een prikkel, die nog juist in staat is een verandering in de bewustzijnstoestand te veroorzaken, in een bepaalde constante verhouding staat tot de grootte van verandering van deze bewustzijnstoestand. Gaat men uit van een bepaalde prikkelsterkte, dan is een zekere hoeveelheid energie noodig om deze prikkelsterkte dermate te vergrooten, dat we de indruk krijgen, dat de prikkel in intensiteit is toegenomen. Zoo goed als er dus een zekere drempelwaarde voor de prikkelsterkte bestaat, waar

¹⁾ Zie o.a. Dr. H. C. Huizing: „Absolute metingen der Geluidsintensiteit ter bepaling van met minimum audible”. Diss. Gron. 1932, pg. 11 e.v.

²⁾ The Journal of the Institution of Electrical Engineers. Vol. 81 no. 487. July 1937. „The performance of noise meters in terms of the primary standard” by B. G. Churcher and A. J. King. „Loudness is defined as: That subjective quality of a sound, which, in general, increases regularly with the intensity within the limits of audibility”.

³⁾ Zie o.a. Dr. F. Roels: Handboek der Psychologie, pg. 52.

beneden we niet in staat zijn iets waar te nemen, moet er van ieder nieuw sterkte-niveau uit opnieuw een drempelwaarde worden overschreden om de indruk van vermeerdering te veroorzaken. Wij nemen dus trapsgewijze waar, maar de hoogte van de treden van de trap is afhankelijk van het uitgangsniveau. Is het uitgangsniveau laag, m.a.w. de prikkelsterkte zwak, dan is een geringe versterking voldoende om de indruk van een sterkere prikkel te verkrijgen; is het uitgangsniveau hoog, dan is, absoluut gesproken, een veel grootere versterking noodig. Weber stelde nu experimenteel vast, dat het minimum intensiteitsverschil, dat tusschen twee prikkels moet bestaan om waargenomen te worden, binnen bepaalde grenzen proportioneel

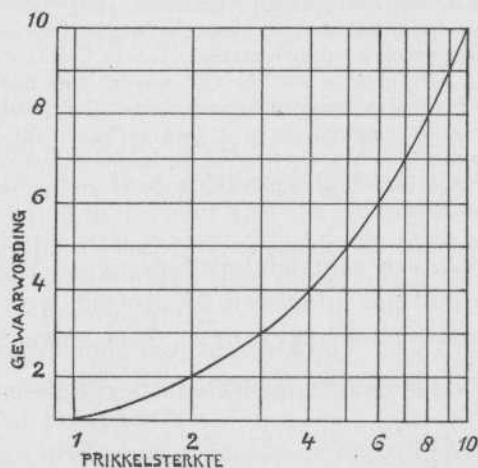


Fig. 7.

is aan de intensiteiten dezer prikkels. Deze wet is zuiver empirisch gevonden en legt slechts de door hem gevonden feiten vast. Fechner¹⁾ interpreteerde in zijn hypothese deze wet nu zóó, dat, wanneer de sterkte der prikkels toeneemt volgens een geometrische reeks, de gewaarwordingen aangroeien volgens een arithmetische reeks of, wiskundig gesproken, aan fysieke prikkelintensiteiten, die volgens een rekenkundige reeks toenemen, beantwoordt een logarithmische curve van gewaarwordingsintensiteiten. Deze verhouding is weergegeven in fig. 7.

De wet van Weber-Fechner, toegepast op geluidsinten-

¹⁾ G. Th. Fechner: „Elemente der Psychophysik“, 2. Aufl. 1889.

siteitsgebied, luidt dus: aan fysieke geluidsintensiteiten, die volgens een arithmetische reeks toenemen, beantwoordt een logaritmische luidheidscurve, of $L = \text{const. log. } E$.

Fechner ging bij het opstellen van zijn hypothese uit van het idee, dat in *physiologischen* zin alle net merkbare verschillen, op welk intensiteitsniveau ook gemeten, gelijk waren ¹⁾. Hij nam n.l. aan, dat de net even bemerkbare quantiteitsverandering van de prikkelsterkte afhankelijk is van de bouw van het zenuwstelsel en dat deze verschillen niet naar willekeur, b.v. door inspanning der opmerkzaamheid of door oefening, verkleind kunnen worden.

Voor de luidheidsgewaarwording stelt v. Békésy ²⁾ zich dat als volg voor: door de prikkeling der zenuwuiteinden op de membrana basilaris ontstaat een prikkelstroom, waarvan de sterkte, al naar de vermoeidheidsverhoudingen enz. met de geluidssterkte, op een voorloopig onbekende manier, verandert. Deze stroom prikkelt nu met toenemende sterkte na elkaar afzonderlijke cellen, waardoor de luidheidsgewaarwording ontstaat. Iedere keer en slechts ook dan alleen, als een nieuwe cel bereikt wordt, ontstaat een luidheidstoename. Daar de cellen van het zenuwstelsel vrijwel gelijk gebouwd zijn, zoo is het anatomisch wel verklaarbaar, dat iedere keer bij 't stimuleeren van een nieuwe cel de luidheid met eenzelfde bedrag toeneemt, onafhankelijk daarvan, hoeveel cellen reeds eerder geprikkeld werden.

Uitgaande van een geluidsintensiteitsniveau E en dit verhoogend met een geringe intensiteit δE , zoodat we net de indruk van luidheidsvermeerdering krijgen, was volgens Fechner de verhouding $\frac{\delta E}{E}$ dus onafhankelijk van beginintensiteit en toon-

hoogte, m.a.w. $\frac{\delta E}{E} = c$.

Latere onderzoekingen ³⁾ leerden niettemin, dat $\frac{\delta E}{E}$ alleen vrijwel constant is en gelijk 0.1 voor tonen van middelmatige sterkte tusschen 300 en 3000 tr. per sec.

Teneinde echter te geraken tot een physiologische schaal, dus een luidheidsschaal, is het noodzakelijk met een zekere wetmatigheid rekening te houden. Het is daarom, dat men de wet van Weber-Fechner, ondanks de bezwaren daaraan verbonden,

¹⁾ G. Th. Fechner: „Elemente der Psychophysik”. 2. Aufl. 1889.

²⁾ G. v. Békésy: „Ueber das Fechnersche Gesetz und seine Bedeutung für die Theorie der Akustischen Beobachtungsfehler und die Theorie des Hörens.” Annalen der Physik. V. 7/1930 331.

³⁾ Zie Dr. H. C. Huizing: „Over het Meten van Geluid”. Faraday. Jaargang VIII 1937/1938. afl. 4.

wel als voor geluidsimpressies geldend aanneemt ¹⁾. Voor het vaststellen van een schaal is het daarbij noodig uit te gaan van een bepaald nulniveau. Hiervoor heeft men in Amerika ²⁾ een toon van 1000 trillingen per sec. genomen, waarvan men de minimaal hoorbare intensiteit bepaalde, welke 0 „decibel” genoemd werd ³⁾. Het bleek, dat de intensiteit hiervan overeenkwam met een energie van 10^{-16} Watt/cm², hetgeen gelijk staat met een geluidsdruk van 0.000207 dyne/cm². Dit niveau is ook in Groot-Brittannië aangenomen en eveneens in ons land door de Commissie voor Eenheden en Meetmethoden, welke onder auspiciën van de Geluidstichting en de Normalisatiecommissie deze problemen bestudeert, vastgesteld.

In Duitschland ging men oorspronkelijk uit van een druk van 1 dyne/cm² (1000 Hz.) als standaard, terwijl men deze gelijk stelde aan een waarde van 70 „phon”.

In dit geval komt ook 0 phon praktisch met de geluidswaarnemingsdrempel overeen, hoewel fysisch dit nulniveau blijkt te liggen bij 2.42×10^{-16} Watt per sec. en dus $10 \log 2.42$ hooger ligt dan 't nulniveau van de Amerikaansche schaal. 0 phon is dus gelijk $10 \log 2.42 = 3.9$ db. 70 phon = 73.9 decibel. Voor relatieve waarden kan men echter phon en decibel zonder meer met elkaar vergelijken.

In Duitschland hield men aanvankelijk voor het aangeven van de *physische intensiteit* de „decibel” (db) aan, voor de *luidheid* gebruikte men de „phon”.

In Engeland heeft men eveneens de decibel aangehouden voor de physische intensiteiten, echter de „British Standard Phon” als luidheidsmaat, waarbij deze B. S. Phon direct te vergelijken was met de Amerikaansche decibel ⁴⁾.

In Frankrijk maakt men ook gebruik van de decibel. Als uitgangspunt voor de schaal neemt men hier 't minimum audible

¹⁾ Churcher and King: „The value of the logarithmic scale lies in its mathematical and instrumental convenience rather than in its relevance to the laws of audition”.

²⁾ Journal of the Acoustical Society of America. 1933. Vol. 5, p. 109.

³⁾ 1 decibel = $\frac{1}{10}$ bel, benoemd naar Graham Bell, uitvinder van de telefoon.

⁴⁾ B. G. Churcher and A. J. King: „The Performance of Noise Meters in Terms of the Primary Standard.” The Journal of the Institution of electrical Engineers. Vol. 81, No. 487, July 1937, pag. 58.

bij 2000 Hz., overeenkomende met een druk van 0.0002 baryes of 2×10^{-10} dyne/cm².

Op het Internationaal Acustisch Congres te Parijs in 1937 gehouden, hebben, terwille van de eenheid, alle nationaliteiten het Amerikaansche nulniveau aanvaard, ook Duitschland¹⁾. Als tegenprestatie tegenover het door Duitschland laten varen van het Duitsche nulniveau is toen voor de physiologische luidheidsmaat de benaming „phon” ingesteld, terwijl voor de physische intensiteitsmaten de naam decibel gehandhaafd bleef. De benaming „decibel” ook voor physiologische metingen heeft zich echter dermate ingeburgerd, dat vooralsnog deze naam algemeen wordt gebruikt, hetgeen ook bij de in dit proefschrift vermelde metingen het geval is.

Om nu tot een luidheidsschaal te komen, kan men als volgt redeneeren: daar volgens de Wet van Weber-Fechner, als een intensiteitsniveau toeneemt van E_0 tot E , de luidheid logarithmisch toeneemt, dus van $\log E_0$ tot $\log E$, is er tusschen beide niveau's een luidheidsverschil ontstaan van $\log \frac{E}{E_0}$ bel = $10 \log \frac{E}{E_0}$ db. Daar nu E_0 overeenkomt met 10^{-16} Watt/cm² geldt bv. voor een luidheidsniveau van 60 db: $60 = 10 \log \frac{E}{10^{-16}}$ Hieruit laat zich dus direct de physische intensiteit berekenen.

$$[60 \text{ db} = 10 \log \frac{E}{10^{-16} \text{ Watt/sec.}} \text{ db}; 6 = \log \frac{E}{10^{-16}}, \text{ dus } 6 = \log E - \log 10^{-16}, \text{ en dus daar } \log E = 6 + \log 10^{-16} \text{ is } \log E = 6 - 16 = -10 \text{ en dus } E = 10^{-10}. E \text{ is dus gelijk aan } 10^{-10} \text{ Watt per sec.}]$$

Heeft men, daar nu voor ieder niveau van 1000 trillingen het physische aequivalent vastligt, het luidheidsniveau voor deze toon bepaald, dan kan men door subjectieve vergelijking hiermee voor tonen van een andere frequentie de even hooge niveau's vinden. Men bepaalt dus de physische intensiteit van alle tonen, die even luid klinken als de standaardtoon, m.a.w. men vervaardigt isophone curven, b.v. voor 10, 20, 30 db enz.

Deze methode berust dus geheel op een subjectieve vergelijking en heeft derhalve ook slechts waarde als de proefnemingen over een zeer groot aantal proefpersonen worden uitgestrekt om alle fouten (vermoeidheid, verschillen in individuele gevoeligheid, preoccupatie, leeftijdsverschil etc.), die noodzakelijkerwijs

¹⁾ H. Fletcher: "Noise Measurement and the International Conference on Acoustics". Bell. Lab. Record 16, 213—219/1938.

iedere subjectieve methode aankleven, zooveel doenlijk te elimineeren. Daarbij komt nog, dat er aan de physische voortbrenging van de tonen ook fouten eigen kunnen zijn; boventonen oefenen gemakkelijk een storende invloed op het resultaat uit. Pas in de latere jaren heeft men, met de vooruitgang der techniek, zuiverder uitkomsten verkregen.

Voor Engeland zijn de voorwaarden, waarop de vergelijking moet plaats hebben, vastgelegd door de British Standards Institution: "The standard tone shall be a plane sinusoïdal sound wave train, coming from a position directly in front of the observer and having a frequency of 1000 cycles per second. The listening shall be done with both ears, the standard tone and sound under measurement being heard alternately...".

B. A. Kingsbury¹⁾ was de eerste, die in de Bell Telephone Laboratories isophone curven vervaardigde, nadat Sabine²⁾ en Mackensie³⁾ eenig pionierswerk op dit gebied hadden verricht. Het bleek, zooals ook reeds bij de bepaling van de onderste grens van het hoorbare geluidsveld door Wegel was vastgesteld, dat het oor voor lage tonen veel ongevoeliger is dan voor hoogere. Bij 50 Hz. is b.v. een druk-amplitude van 1 Dyne/cm² noodzakelijk, tusschen 800 en 3000 Hz. is een druk van 8×10^{-4} Dyne/cm² ongeveer voldoende om de drempelwaarde te overschrijden. Bij hoogere frequenties neemt de gevoeligheid weer af.

Tevens blijkt, dat bij de lage tonen de luidheid veel sneller stijgt bij toenemende physische intensiteit dan bij de hoogere tonen. (Zie figg. 8 en 9). Als bij een toon van 100 Hz. de intensiteit toeneemt van 39—50 db, stijgt de luidheid van 0—20 db; bij 1000 Hz. echter groeit de luidheid slechts van 40—50 db aan. In het eerste geval is de luidheid 20, in het tweede geval slechts 10 db toegenomen.

Kingsbury maakte bij zijn proefnemingen gebruik van elf mannen en elf vrouwen als waarnemers.

Een toon van 700 trillingen werd als standaardtoon gebruikt, waarmee een tweede toon vergeleken kon worden. De proefpersoon moest nu, nadat de onderzoeker de standaardtoon op een bepaald niveau had ingesteld, waarvan de physische inten-

¹⁾ Physic. Rev. 29, 588, 1927.

²⁾ Collected Papers on Acoustics, p. 130.

³⁾ Physical Review, October 1922.

siteit bekend was, deze tweede toon zoo instellen, dat naar zijn meening beide tonen even luid klonken.

Zoo werden voor diverse niveau's van de standaardtoon vergelijkingen gemaakt met een bepaalde vergelijktone, waarop dan weer een toon van een andere frequentie als vergelijktone werd gebruikt. Iedere door Kingsbury gebruikte waarde was het gemiddelde van zes en zestig waarnemingen, daar ieder van de twee en twintig proefpersonen bij elke vergelijking drie be-

palingen deed. Op deze wijze ontstonden de nevenstaande curven (Fig. 8). Op de abscis zijn de frequenties, op de ordinaat de physische intensiteiten uitgezet. De krommen geven de physiologische lijnen van gelijke geluidsterkte (luidheid) aan. Latere metingen werden verricht door

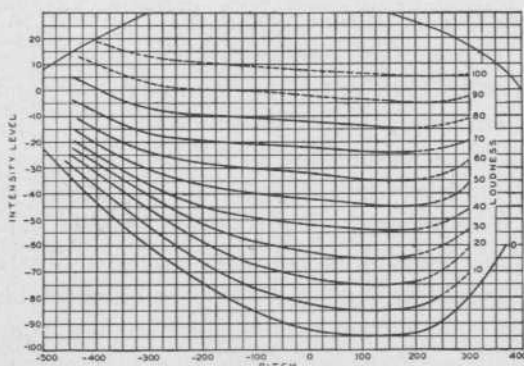


Fig. 8.

H. Fletcher en W. A. Munson.¹⁾

Ter verkrijging van zoo goed mogelijke resultaten gingen zij te werk volgens de uitkomsten van een vergelijkende studie van verschillende psychologische meetmethoden, uitgevoerd door W. N. Kellogg²⁾.

Bij proefnemingen als deze kan men n.l. twee algemeene methoden volgen: die van de zoogenaamde „constant stimuli” en die van de „average error”. Bij deze laatste methode gaat men te werk op de wijze van Kingsbury, dus door het zelf instellen door de proefpersoon van een geluid tot het de intensiteit van de standaardtoon heeft bereikt. Bij de „constant stimuli” echter moet de proefpersoon beoordeelen welke van twee hem aangeboden tonen de luidste is, waarbij de onderzoeker de standaardtoon buiten het proefvertrek regelt. De te onderzoeken toon en de standaardtoon worden ieder gedurende 1 à 2 seconden aangezet, de proefpersoon bepaalt welke hij de sterkste vindt en nu wordt de standaardtoon in sterkte veranderd en na 10 sec. opnieuw een vergelijking gemaakt, totdat geen

¹⁾ H. Fletcher and W. A. Munson: „Loudness, its definition, measurement and calculation”. J. Acous. Soc. Am. 5 (1933).

²⁾ W. N. Kellogg: „Archives of Psychology”, 1929, vol. 7, no. 106.

overwegen van de eene geluidssterkte over de andere meer kan worden vastgesteld.

Kellog beveelt deze laatste methode aan, omdat in de eerste plaats de instelling van de proefpersoon een meer critische is; hij wil verschillen vinden, terwijl bij de A.E. methode een gemakzuchtige proefpersoon al gauw tevreden is. Ook de eigen manipulaties bij deze methode schijnen een nadeelige invloed te hebben en tenslotte is de vermoeidheidsinvloed grooter.

Fletcher en Munson hebben nu de door Kellog aanbevolen methode gevolgd.

Zij vonden daarbij nevenstaande curven (fig. 9, waarin op de abscis weer de frequenties, op de ordinaat de physische intensiteiten zijn afgezet, terwijl de krommen weer de isophonen voor-

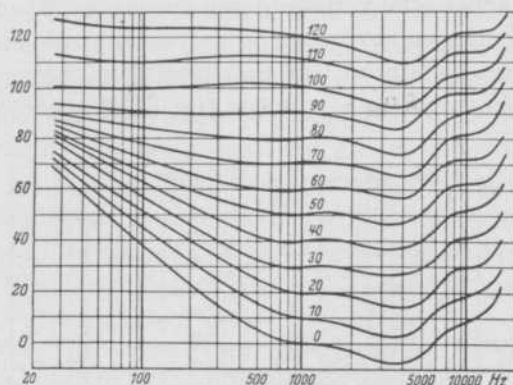


Fig. 9.

stellen). Deze curven wijken van die van Kingsbury vooral daarin af, dat zij in de buurt van de 3000 en 4000 trillingen een zak vertoonen. Volgens hen is dus 't oor bij ± 3500 Hz. nog gevoeliger dan bij 1000 tr.

Deze curven zijn in Amerika als standaardcurven aange-

nomen en, zooals verderop zal blijken, hierop zijn dan ook de objectieve geluidsmeters gebouwd.

Na Fletcher en Munson verrichtten Churcher en King¹⁾ eveneens dergelijke experimenten. Zij volgden na eigen onderzoek over de meest wenschelijke methode van experimenteren, eveneens de door Kellog aanbevolen werkwijze.

De proefpersoon werd door hen opgesteld in een apart vertrek tegenover twee luidsprekers, waaruit hem in snelle opeenvolging de te onderzoeken toon en de standaardtoon werden gepresenteerd. Over de physische sterkte daarvan was hij niet ingelicht, deze was alleen den onderzoeker bekend. De proefpersoon gaf door middel van een lichtstraal zijn oordeel weer. Hem werd daarbij geen gelegenheid gegeven mede te deelen,

¹⁾ Churcher and King: loc. cit. zie pg. 87, noot 4.

dat hij de twee geluidssterkten als gelijk beschouwde, maar als bij een bepaalde sterkte van de beide tonen nu eens de eene, dan weer de andere als luider werd aangegeven, werd dit punt als dat van gelijke geluidssterkte beschouwd. Telkens werden beide tonen slechts 1 à 2 seconden gegeven, terwijl de trappen, waarop men de standaardtoon varieerde, telkens slechts 1 phon bedroegen, daar bleek, dat de proefpersonen meerdere malen verschillen van slechts 1 phon konden waarnemen. In tegenstelling met Fletcher en Munson, die bij hun proeven gebruik maakten van telefoons, die weliswaar naar metingen in het vrije veld geijkt waren, maakten Churcher en King gebruik van een kamer, waarin de proefpersonen zich bevonden, en waarvan de acustische verhoudingen zoodanig waren gemaakt, dat deze met metingen in een vrij veld overeenkwamen.

In fig. 10 geven zij de resultaten van hun metingen, vergeleken met die van Fletcher en Munson, weer. Het blijkt, dat de 60 phon lijn in beide gevallen goed overeenkomt. De 40- en 10 phon niveau's wijken bij frequenties, lager dan 1000 Hz., in een toenemende en regelmatige wijze af. De nullijn komt goed overeen met de lijn der drempelwaarde, zooals Sivian en White ¹⁾ deze hebben gevonden.

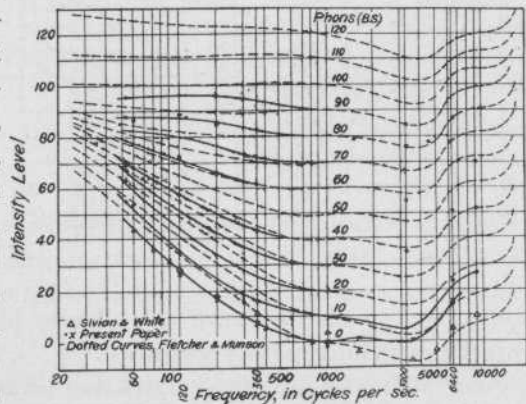


Fig. 10.

Bij de 80 en 90 phon niveau's zijn de afwijkingen juist in tegengestelde zin, maar ook regelmatig. Deze afwijkende bevindingen worden toegeschreven aan verschillende fysieke factoren, afhankelijk van het verschil in werkwijze tusschen Fletcher en Munson en Churcher en King. Bij Fletcher en Munson zou de druk van de telefoon op het hoofd behalve de acustische prikkel tevens een drukprikkel geven, waarvan de invloed geringer zou zijn, naar-

¹⁾ L. J. Sivian and S. D. White: The Journal of the acoustical society of America. 1933. vol. 4, p. 288.

mate het intensiteitsniveau toenam, terwijl ook de aanwezigheid van de telefoon de weerstand van het trommelvlies zou beïnvloeden. Tevens verschilt het geluid, gehoord met telefoon, in karakter van dat, in de vrije ruimte gehoord. Bij de telefoonbepalingen werden ijkingen uitgevoerd bij het drempelwaarde-niveau en bij 60 phon, „but reliance was placed on the latter”.

Hoe dit alles ook zij, de bovenbeschreven onderzoeken hebben in ieder geval bij benadering een verdeeling van het gehoorveld gegeven volgens welke een „gemiddelde” normale persoon hoort.

De vraag rijst nu hoe men in de praktijk een gegeven geluid naar zijn sterkte kan meten of, waar het eigenlijk op neer komt, hoe men deze luidheid aan dit normale gehoorveld kan toetsen, zoodat men er een indruk van krijgt welke waarde een normaal persoon aan de gegeven geluidssterkte ongeveer hecht.

Voor deze physiologische geluidssterktemeting bestaan twee methoden, een subjectieve en een objectieve.

A. Beschouwen wij eerst de *subjectieve* methode, dan kunnen wij de volgende werkwijze onderscheiden:

1. *Methoden, berustend op vergelijking met een standaardtoon van bekende en regelbare sterkte.*

Op deze wijze werkt b.v. het toestel van Barkhausen¹⁾. Het principe van dit toestel berust op het opwekken van een standaardtoon, in dit geval een zoemer van 800 Hz., welke door middel van een telefoon naar het oor wordt gebracht²⁾. Door een regelbare weerstand kunnen aan deze standaardtoon verschillende geluidsintensiteiten gegeven worden, welke direct afleesbaar zijn op een phonschaal. De nul van deze schaal komt zoo nauwkeurig mogelijk overeen met het minimum audible. De waarnemer werkt nu zoodanig, dat hij aan het eene oor de telefoon houdende, met het andere het te meten geluid waarneemt. Hij tracht nu de standaardtoon in te stellen op hetzelfde niveau als het waargenomen geluid en leest dan het aantal phons op de phonschaal af.

Aan deze methode kleven uit de aard der zaak vele onvolkomenheden, die ieder, die, zooals wij, met dit toestel heeft gewerkt, zullen zijn opgevallen.

In de eerste plaats is het reeds moeilijk een geluid van andere toonhoogte dan de standaardtoon met deze te vergelijken, als

¹⁾ H. Barkhausen: „Z. techn. Physik.” vol. 7 (1926) pg. 599.

²⁾ De nieuwere toestellen van Barkhausen hebben een standaardtoon van 1000 Hz.

beide geruimen tijd kunnen worden waargenomen; nog moeilijker is het een juiste schatting te maken, als het geluid, dat waargenomen moet worden b.v. een complex geluid is, dat slechts korte tijd wordt aangeboden. Daarbij komen nog andere onvolkomenheden, als de wisseling in sterkte van de standaardtoon bij meer of minder sterk aandrukken van de telefoon aan het oor, enz. Wij hebben dan ook herhaaldelijk kunnen constateren, dat metingen met dit toestel door twee verschillende waarnemers verricht, aanmerkelijk uit elkaar liepen.

De methode komt dus in wezen overeen met de methode van de „average error”. Daar de standaardcurven echter gemaakt zijn volgens de „constant stimuli” methode is het ook geen wonder, dat afwijkingen van deze curven worden gevonden.

Churcher en King zeggen dan ook: “the conditions under which these meters operate differ in some important respects from the conditions for basic E.L. (equal loudness) measurement. The meters do not, in general, give indications in accordance with the standard.”

In latere tijd is voor deze subjectieve methode een beter toestel vervaardigd ¹⁾. Hierbij wordt de standaardtoon door middel van een koptelefoon op *beide* ooren overgebracht (in tegenstelling met de één telefoon methode van Barkhausen dus een twee telefoon methode) en men stelt deze nu zoo in, dat, als men de koptelefoon afneemt, geen verandering in geluidsterkte ten opzichte van het geluidsveld wordt waargenomen.

Het apparaat is geijkt in British Standard Phons en gaat evenals de vroegere toestellen van Barkhausen, uit van een standaardtoon van 800 Hz.

2. Meetmethoden, berustend op het maskeeringseffect ²⁾.

Behalve de boven beschreven methoden van subjectieve geluidsterktemeting, kent men methoden, berustend op het verderop (Hoofdstuk V) nader te bespreken maskeeringseffect. Dit berust in het algemeen gesproken op het volgende: Indien twee geluiden tegelijkertijd moeten worden gepercipieerd, hinderen zij elkaar. In een lawaaiige omgeving verheft men de stem

¹⁾ Metropolitan Vickers Electrical Company. Descriptive leaflet No. 1006/10—1. Metropolitan Vickers Sound research and testing equipment. Zie ook Churcher and King (l.c.) pg. 69 en 70.

²⁾ Zie Bakos en Kagan: „Mesures de Bruits”. Annales des Postes Télégraphes et Téléphones. 23e Année, No. 2. Février 1934, pag. 153.

om toch verstaan te kunnen worden en wel zal men dit met te meer energie moeten doen, naarmate het lawaai ter plaatse sterker is. De kracht der stemverheffing is dus een maat voor de sterkte van het aanwezige lawaai. Op dit principe berust nu deze luidheidsmeting. Door tegelijkertijd op hetzelfde oor het te onderzoeken geluid en een vergelijktoon in te laten werken kan men bepalen hoe sterk deze laatste moet zijn om het te meten geluid te maskeeren. Gebruikt men daarbij niet één, maar meerdere vergelijktonen, dan kan men, de uitkomsten in curve brengend, tevens een indruk van het spectrum van het te meten geluid verkrijgen.

B. *Objectieve methode.*

Reeds is wel duidelijk geworden, dat een objectieve geluidsintensiteitsmeting eigenlijk slechts in fysieke zin bestaat en op fysiologische wijze slechts dan mogelijk is, als men bepaalde standaardnormen aanneemt, die overeenkomen met datgene, wat een gemiddeld normaal persoon bij 't hooren van geluid ongeveer waarneemt. Als basis voor de bouw van een instrument, dat op objectieve wijze meet, moet men dus waarnemingen, en wel subjectieve waarnemingen, verrichten bij een groot aantal normale personen, en hieruit gemiddelde waarden trachten te vinden, waaraan men het te gebruiken toestel moet laten voldoen. Uiteindelijk kan derhalve de meest perfecte objectieve geluidsmeter niets anders doen dan weergeven wat een theoretisch normale persoon zou waarnemen bij 't hooren van geluid ¹⁾.

De proeven als hier bedoeld, zijn nu, zooals reeds bleek, verricht door Kingsbury, later door Fletcher en Munson en Churcher en King. De meeste thans voorhanden zijnde objectieve geluidsmeters zijn gebouwd op de curven van Fletcher en Munson. Zoo werden deze curven in Duitschland als standaardcurven aangenomen ²⁾ en eveneens in Amerika door de American Standards Association ³⁾. Een ideale geluidsstrekmeter zou dus aan deze curven

¹⁾ Zie Bakos en Kagan „Mesures de Bruits”. Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones 23e Année No. 2. Février 1934, pag. 153.

²⁾ Akustische Zeitschr. I. Heft. 2. Jan. 1937, pg. 54. Richtlinien f. Geräuschzeiger u. -schreiber.

³⁾ The Journal of the Acoustical Soc. of America. Vol. 8. No. 2. Oct. 1936. „American tentative standards for sound level meters.”

moeten voldoen, m.a.w. het zou mogelijk moeten zijn, dat als men dit toestel tonen van bekende fysische sterkte en frequentie aanbod, het de physiologische sterkte, die overeenkomt met deze curven, aangaf. B.v. uit de curve van Fletcher en Munson blijkt, dat een toon van 80 Hz. een fysische intensiteit van 50 db moet hebben om een physiologische waarde van 10 db te verkrijgen, m.a.w. even luid te klinken als een toon van 1000 Hz. van 10 db. Zou nu het instrument een toon van 80 Hz. en 50 db fysische intensiteit worden aangeboden, dan zou het dus 10 db moeten aanwijzen en zoo overeenkomstige waarden voor tonen van andere frequentie en fysische intensiteit. Anders gezegd, het toestel zou moeten voldoen aan dezelfde curven van gelijke geluidssterkte als Fletcher en Munson hebben gevonden en daarbij een geluidsveld hebben van het minimum audibile tot de pijngrens voor frequenties van $\pm 60-8000$ Hz. Men ziet, de eischen, die aan een ideaal apparaat gesteld zouden kunnen worden, zijn zeer groot; toch is het, hoewel dit ideaal nog niet is bereikt, verwonderlijk te zien, in hoeverre de techniek reeds voortgeschreden is in de benadering ervan.

Hoe de meters, die volgens de objectieve methode werken, zijn ingericht, wordt nader beschreven in de volgende paragraaf. Bij de geluidsintensiteitsmetingen, die voor dit proefschrift noodig waren, is n.l. grootendeels afgezien van de subjectieve geluidsintensiteitsmetingen en werd gebruik gemaakt van de objectieve werkwijze, die beter vergelijkbare waarden waarborgt.

Alvorens echter tot de nadere beschrijving van de objectief werkende apparaten in het algemeen, en het gebruikte instrument in 't bijzonder, over te gaan, moge hier met een enkel woord vermelding worden gemaakt van vergelijkende proefnemingen tusschen de verschillende meetmethoden.

Bakos en Kagan geven ¹⁾ vergelijkingen tusschen de verschillende geluidssterkte-metmethoden:

Men vond, *bij het meten van straatgeruisch*, gebruik makende van objectieve methoden, waarden, die 10 à 12 db hooger lagen dan die, welke men mat met het procédé, gebaseerd op het maskeeringseffect.

Zij vonden echter over het algemeen een goede overeenstem-

¹⁾ Bakos en Kagan: loc. cit. zie pg. 95, noot 1.

ming tusschen de resultaten van de objectieve meting en de subjectieve methode van Barkhausen.

Daar het niet mogelijk was, door het steeds wisselende karakter van het straatlawaaï de oorzaken van deze verschillen in de meetmethode te vinden, werden in het laboratorium proefnemingen verricht met een groot aantal geluiden van verschillende samenstelling en diverse intensiteiten.

Het bleek, dat voor deze samengestelde geluiden de metingen verricht met het instrument van Barkhausen en op de objectieve methode, over het algemeen goed overeenkwamen (de verschillen waren over 't algemeen minder dan 10 db). Echter kwamen groote verschillen tusschen deze beide methoden en de maskeeringsmethode aan het licht, wanneer de componenten òf uit hoge frequenties (3000—4000 Hz.) òf uit lage (100—200 Hz.) bestonden. Ook bij 800—1000 Hz. waren de verschillen nog aanzienlijk. Bestonden de componenten van het geluid echter uit frequenties van ver uiteenliggende hoogte, b.v. 500—3500, zooals dit ook bij straatlawaaï voorkomt, dan waren de verschillen tusschen de drie methoden minder groot.

Volgens onderzoeken verricht in Amerika door R. Galt¹⁾, bestaat er tusschen de metingen op objectieve methode en die, berustend op het maskeerings-effect, gemiddeld een verschil van 14.5 db, wat dus goed overeenkomt met de uitkomsten van Bakos en Kagan.

Het blijkt derhalve dat de maskeeringsmethode over het algemeen te lage waarden aangeeft.

§ 4. *De gebruikte geluidsintensiteitsmeter nader besproken.*

De voor onze proefnemingen gebruikte geluidsmeter was een Type 759-A No. 174 Sound Level Meter van de General Radio Company.

Gaan wij eerst eens na hoe in groote trekken de algemeene werking en bouw van een dergelijke objectieve geluidssterktemeter is²⁾ (zie fig. 11).

Het geluid wordt opgevangen door een piezo-electrische mi-

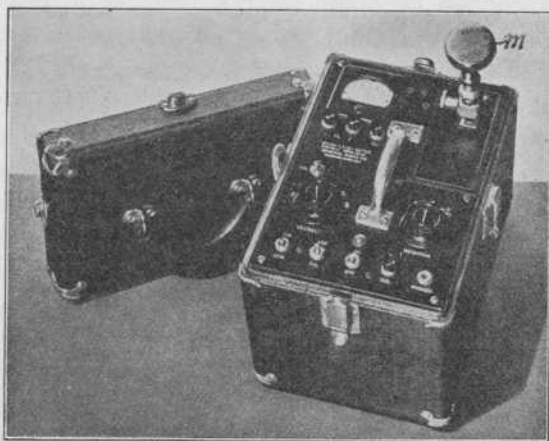
¹⁾ R. Galt: The Journ. Acoustical Society of America. Vol. 2. (1931) pg. 2.

²⁾ Zie ook Huizing: „Over het meten van Geluid.” Faraday. Jaargang VIII 1937/1938 afl. 4.

crofoon (*m*), die zoodanig is opgesteld, dat geen richtings-effect kan optreden, klein van afmeting om vervorming van het geluidsveld minimaal te houden, lineair werkend over een ruim gebied. (Een koolmicrofoon, welke spontane weerstandsveranderingen vertoont en bovendien beïnvloed wordt door de vochtigheidstoestand van de lucht, is ongeschikt voor dit doel).

Het instrument meet geluidssterkten van 24 tot 130 db. Beneden 24 db zou het toestel practisch ook onbruikbaar zijn, daar de omgeving, waarin gemeten wordt, over het algemeen reeds deze geluidssterkte produceert; in de meeste vertrekken bedraagt overdag de geluidssterkte meer dan 24 db. Boven de 130 db heeft intensiteitsmeting ook niet veel zin meer, daar hier de pijngrens reeds spoedig bereikt wordt.

Het is duidelijk, dat, wil men het instrument aan de curve

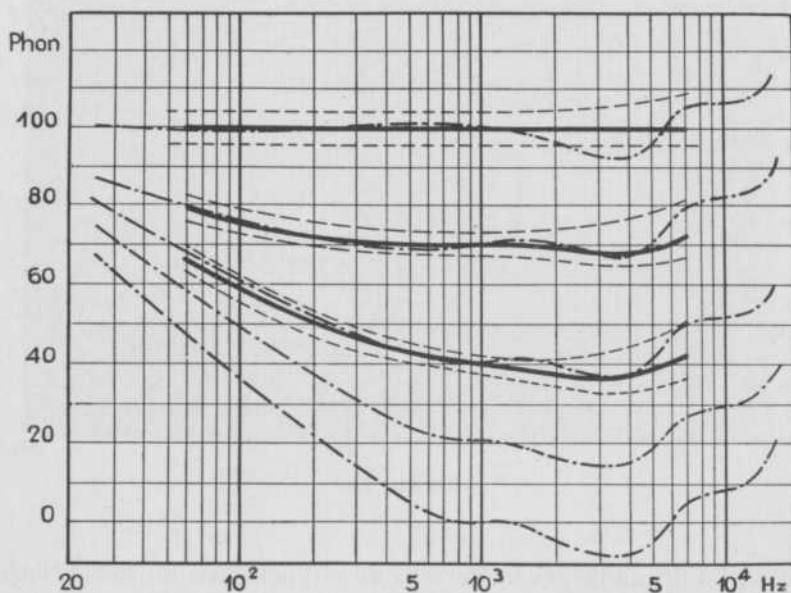


Figuur 11.

van Fletcher en Munson laten voldoen, het toestel het door de microfoon opgevangen geluid van verschillende frequenties ook verschillend moet versterken om tot dit resultaat te komen en wel zou dit voor ieder sterkteniveau weer anders moeten zijn, daar de curven van gelijke geluidssterkten alle een ander verloop hebben. Teneinde nu het apparaat niet onmogelijk gecompliceerd te maken, heeft men 't geluidsveld als het ware in drieën geknipt en verdeeld in een z.g. A-niveau, geluidssterkten van

25—55 db, een B-niveau van 55—85 db en een C-niveau van 85—120 db omvattend (zie fig. 10).

Dit is bereikt door 2 filtersystemen in te schakelen tusschen de microfoon en de versterker. De karakteristieken van deze filters zijn nu aangepast aan de curven van Fletcher en Munson van resp. 40 db (het A-niveau) en 70db (het B-niveau), terwijl het „flat” of C-niveau een horizontale lijn vertoont, hetgeen overeenkomt met het feit, dat bij deze hooge intensiteiten de curve van gelijke geluidssterkte ook vrijwel horizontaal verloopt. Men ziet in fig. 10 de lijnen van resp. 40, 70 en 100 db dik geteekend in de overeenkomstige lijnen van Fletcher en Munson. Bij deze geluidssterkten meet het toestel dus nauw-



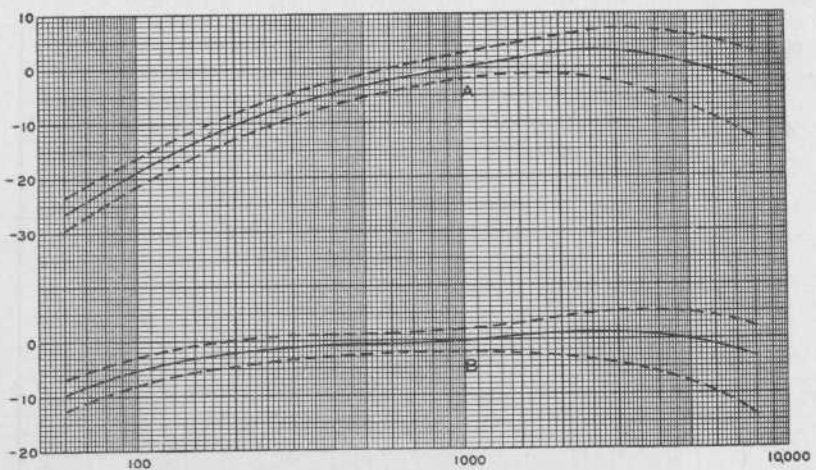
Figuur 12.

keurig, bij geluidssterkten daartusschen gelegen, dus van resp. 25—55 db, van 55—85 db en van 85—120 db geeft het approximatieve waarden. Met het toestel kunnen op het C-niveau ook fysische metingen worden verricht, daar op dit niveau immers alle frequenties gelijkelijk worden versterkt. Door omschakelen van het A- of B-niveau naar het „flat” of C-niveau, komt daarbij het verschil tusschen de physiologische en fysische

meting dus ook tot uiting. Overeenkomstig het feit, dat ons oor geluiden eerst na een zeker tijdsverloop op volle waarde taxeert, heeft de meter een insteltijd van 0.2 sec.

De A.S.A.¹⁾ heeft nu ook de curve vastgelegd, waaraan de geluidsmeters moeten voldoen, evenals dit in andere landen is geschied. De door de A.S.A. geeischte curven, met hun toelaatbare afwijking vindt men in fig. 13. Op blz. 99 fig. 12, ziet men het verloop van de curven afgebeeld, waaraan Deutsche geluidssterktemeters moeten voldoen ten opzichte van de curven van Fletcher en Munson en tevens is de toelaatbare afwijking van deze curven weergegeven.

In fig. 13 zijn bij A en B met gesloten lijnen de niveau's van



Figuur 13.

40 en 70 db aangegeven, terwijl de stippellijnen de toelaatbare afwijkingen, die het instrument mag vertonen, aangeven.

Daar het door ons gebruikte toestel het eerste was van deze aard, dat in ons land gebezigd werd, was het noodig de eigenschappen ervan degelijk te toetsen en, toen later nog enkele exemplaren in het land in gebruik werden genomen, deze toestellen onderling te vergelijken.

Zooals reeds beschreven, liggen aan deze instrumenten de curven van gelijke geluidssterkte van Fletcher en Munson ten grond-

¹⁾ American Standards Association.

slag en wel zoodanig, dat de lijnen van 40, 70 en 120 db in groote trekken met die curven overeenstemmen, terwijl de lager- of tusschengelegen lijnen meer approximatieve waarden geven.

Allereerst hebben wij nu nagegaan in hoeverre de lijnen van gelijke geluidssterkte van het toestel bij 40 en 70 db met die van Fletcher en Munson overeenstemden. Hiertoe werden met een toongenerator tonen van verschillende frequenties opgewekt en deze een dergelijke intensiteit gegeven, dat zij, gemeten op het A-niveau van de S.L.M. ¹⁾, hetwelk overeenkomt met het 40 db niveau, 40 db physiologische intensiteit hadden. Vervolgens werd door overschakelen op het Flat of C-niveau eveneens de meterstand afgelezen.

Deze laatste meting leerde dus de physische intensiteit kennen. Bijvoorbeeld bleek, dat een toon van 125 trillingen, met een intensiteit die op het A-niveau 40 db aangaf, op het C-niveau van 62,5 db bereikte. Volgens het toestel heeft dus een toon van 125 Hz. met een physische intensiteit van 62.5 db een physiologische waarde van 40 db.

Het volgende staatje geeft een overzicht van deze metingen.

Tabel 1.

Hz.	A. (40)	C. (flat)
125	40	62.5
250	40	54
500	40	44.7
1000	40	41
2000	40	40
3000	40	41.5
4000	40	43.5
5000	40	44.5

Daarna werd een dergelijke serie metingen gedaan, waarbij de verschillende frequenties, op het B-niveau gemeten, steeds een luidheid hadden van 70 db, terwijl door overschakeling op het C-niveau ook hiervan de physische intensiteit werd bepaald. De volgende tabel geeft van de resultaten een overzicht.

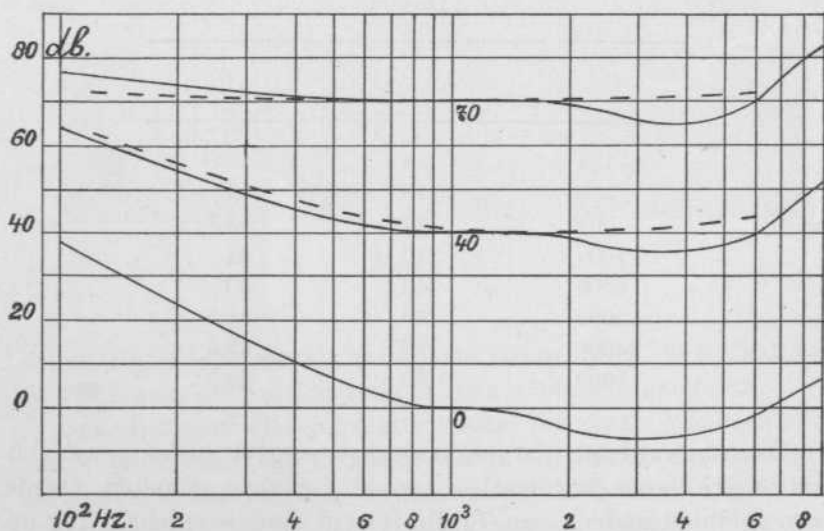
¹⁾ Sound Level Meter.

Tabel 2.

Hz.	B. (70)	C. (flat)
125	70	71.25
250	70	71
500	70	70.2
1000	70	70
2000	70	70.1
3000	70	70.2
4000	70	70.6
5000	70	71

Uit de gegevens van deze tabellen was het nu mogelijk de lijnen van gelijke geluidssterkte bij resp. 40 db en 70 db van het toestel op te bouwen, immers van de diverse frequenties waren nu zoowel physische als physiologische intensiteit bekend.

Fig. 14 geeft het verloop dezer lijnen (gestippeld geteekend), ten opzichte van de overeenkomstige isophonen van Fletcher en Munson, aan.



Figuur 14.

Men ziet, dat de 40 db lijn van het toestel bij minder dan 1000 Hz. iets ligt boven de lijn van Fl. en M., de afwijking

bedraagt echter niet meer dan eenige dbs. Bij 1000 en 2000 Hz. loopen de lijnen van Fl. en M. en van het toestel gelijk; de zak, die dan in hun curve optreedt, wordt door 't toestel echter niet vertoond, zoodat hier meer de curve van Kingsbury wordt nagevolgd.

De lijn van 70 db blijkt, in tegenstelling met die van 40 db, iets onder die van Fl. en M. te liggen voor frequenties lager dan 1000 Hz., ook hier was de afwijking slechts gering. Voor frequenties van 1000—5000 Hz. liep de lijn van het toestel slechts zeer flauw op, en ontbrak de zak in de curve.

Na deze proefnemingen werd het toestel getest op omgekeerde manier. Aan de verschillende frequenties werd nu een physische intensiteit van resp. 40 en 70 db gegeven, waarna de physiologische intensiteit op resp. A- en B-niveau werd afgelezen. De resultaten van deze metingen zijn samengevat in tabel 3.

Deze metingen gaven vergelijkingsmogelijkheden met de curven van de A.S.A., zooals deze als standaard voor objectieve geluidsmeters zijn vastgelegd. Deze curven geven aan hoeveel decibels verschil met de physische waarden het toestel, als het physiologisch meet, moet aangeven. Gaan wij aan de hand van

Tabel 3.

Hz.	C. (flat)	A. (40)	C. (flat)	B. (70)	
125	40	23	70	67.5	68.6
250	40	29	70	69	69
500	40	34.5	70	70	70.8
1000	40	40	70	70	70.0
2000	40	40	70	69.5	71.2
4000	40	38	70	69.6	69.5

tabel 3 na, hoeveel deze verschillen tusschen physische en physiologische waarden bedragen en vergelijken we deze met de toegestane afwijkingen, dan komen we tot de volgende staat:

Tabel 4.

H _z .	Vershil tus- schen C en A- niveau, gemeten met S.L.M.	Toegestaan door A.S.A.	Vershil tus- schen C en B- niveau, ge- meten met S.L.M.	Toegestaan door A.S.A.
125	meer dan — 17	— 13.5 — 18.5	— 2.5 — 1.4	— 1.8 — 6.5
250	— 11	— 6 — 11	— 1 — 1	+ 1 — 4
500	— 5.5	— 1 — 5.5	0 + 0.8	+ 1 — 2.8
1000	0	0	0 0	0
2000	0	+ 4.5 — 1	— 0.5 + 1.2	+ 3 — 2
4000	— 2	+ 8 — 2	— 0.4 + 0.5	+ 5 — 4.8

Uit deze cijfers blijkt dus, dat het toestel wel aan de gestelde eischen voldoet, al is dit dan bij de 40 db lijn ook maar net het geval.

Teneinde meer zekerheid te krijgen omtrent de werking van het toestel, werd dit ook met een ander instrument van dezelfde serie, n.l. Type 759-A Sound Level Meter no. 173, hetwelk ons daartoe bereidwillig was afgestaan door de Firma Posthumus te Baarn, vergeleken.

Allereerst werden vergeleken de filters B en C van beide toestellen. Door middel van de toongenerator werden weer tonen van verschillende frequenties opgewekt. De intensiteit werd met ons instrument: no. 124, ingesteld op 60.0 db (filter B), resp. 80.0 db (filter C), waarna de meters van plaats werden verwisseld; nadat no. 173 afgelezen was, werd wederom van plaats verwisseld. De resultaten zijn samengevat in tabel 5.

Eveneens werden op deze niveau's eenige vergelijkende metingen verricht met complex-lawaaï en in verband met de latere proefnemingen ook met de claxon, zie tabel 6.

Vat men de uitkomsten in het oog, dan blijkt dat de verschillen tusschen de beide meters vallen binnen de door de

Tabel 5.

Hz.	B 124	B 173	C 124	C 173
125	60.0	61.2	80.0	80.6
250	60.0	61.9	80.0	81.2
500	60.0	61.6	80.0	81.5
800	60.0	62.0	80.0	81.6
1000	60.0	62.0	80.0	81.6
2000	60.0	61.4	80.0	81.8
4000	60.0	63.0	80.0	84.4

Tabel 6.

	B 124	B 173	C 124	C 173
Complex lawaai .	63.5	64.8	80.5	82.0
" " .	—	—	92.0	93.8
Claxon	—	—	103.8	104.3

A.S.A. vastgestelde normen. Aan het einde van de metingen bleek de calibratie iets verlopen te zijn, echter bij no. 124 duidelijk meer (uitputten van de batterijen?). Nadat opnieuw geijkt was, bleken de verschillen bij de hogere tonen minder te zijn, b.v. bij 1000 Hz. 70.0—71.0, zoodat de werkelijke verschillen nog kleiner zijn dan die volgens tabellen 5 en 6.

Nadat deze metingen verricht waren, werden eveneens de A-niveau's vergeleken.

Tabel 7.

Hz.	A 124	A 173	A 124	A 173
125	30.0	33.5	40.0	44.0
250	30.0	33.8	40.0	44.2
500	30.0	34.2	40.0	45.1
1000	30.0	35.5	40.0	45.2
2000	30.0	34.0	40.0	44.8
3000	30.0	33.4	40.0	44.8
4000	30.0	32.2	40.0	43.0

Hieruit blijkt, dus, dat bij 1000 Hz. een niet onbelangrijk verschil bestond, n.l. van 5.5 db. Volgens de door de A.S.A.

Tabel 8.

IJkresultaten Groningsche S.L.M. Nr. 124 te Delft.

Physische intensiteit ijking	Tolerante Meteraan- wijzing volgens A. S. A.	Aan- wijzing- meter	Filter
<i>200 Hertz.</i>			
75	70,2—75,0	70	B
77	72,2—77,0	72	B
79	74,2—79,0	74	B
78	75,5—80,5	75	C
80	77,5—82,5	77	C
80,5	78,0—83,0	77,5	C
<i>400 Hertz.</i>			
51	44,0—48,5	46	A
60	53,0—57,5	54	A
75	72,1—76,2	73	B
81	78,1—82,2	78	B
85	82,1—86,2	82	B
85	82,7—87,4	82,5	C
90	87,7—92,4	87	C
<i>600 Hertz.</i>			
45	40,7—45	45	A
58	54,7—58	56	A
65	62,8—66,2	64	B
70	67,8—71,2	67	B
72	69,8—73,2	70	B
72	69,9—74,1	70	C
77	74,9—79,1	76	C
81	78,9—83,1	78	C
84	81,9—86,1	82	C
86	83,9—88,1	84	C

Physische intensiteit ijking	Tolerante Meteraanwijzing volgens A. S. A.	Aanwijzing-meter	Filter
<i>800 Hertz.</i>			
55	52,0—56,6	52	A
60	57,0—61,6	58	A
60	57,9—61,7	59	B
65	62,9—66,7	62	B
72	69,9—73,7	68	B
73	71,9—74,7	70	B
82	79,9—83,7	76	B
79	76,9—81,2	74	C
84	81,9—86,2	79	C
86	83,9—88,2	81	C
<i>1000 Hertz.</i>			
52,5	50,4—55,3	50	A
60	57,9—62,0	61	B
66	63,9—68,0	65,2	B
74	71,9—76,0	70	B
78	75,9—80,0	76,2	B
82	79,7—84,4	77	C
86	83,7—88,4	81	C
<i>2000 Hertz.</i>			
58	56,8—63,9	56	A
58	54,9—62,0	54	B
71	66,9—75,0	66	B
76	71,9—80,0	70	B
82	78,9—86,0	76	B
82	78,8—85,1	76	C
87	83,8—90,1	80	C
90	86,8—93,1	84	C
91	87,8—94,1	85	C

vastgestelde curven zouden bij 1000 Hz. en 40 db onderlinge verschillen van 5.5 db mogen voorkomen, maar slechts indien het eene ca. 2.5 db te weinig, het andere ca. 2.5 db te veel aanwijst.

Het is natuurlijk de vraag of dit hier het geval was. Nochtans vergete men niet, dat de subjectieve meetmethoden slechts sprongen van 5 db kennen en dus zeker geen grootere nauwkeurigheid geven.

Uit al deze metingen werd wel de indruk verkregen, dat ons toestel iets te laag gecalibreerd was.

Tenslotte werd het toestel nog eens onderzocht in het laboratorium voor Technische Physica te Delft, in samenwerking met Ir. W. Tak. Met een toongenerator werden weer tonen van verschillende frequenties opgewekt, die tegelijkertijd door het toestel en een geijkte condensatormicrofoon werden opgevangen. In tabel 8, pg.'s 106 en 107, vindt men de vergelijking tusschen de aanwijzingen van deze condensatormicrofoon, de physische sterkte van het geluid derhalve, de tolerantie die de A.S.A. toestaat en de aanwijzing van het apparaat.

Uit deze metingen blijkt, dat de meter bij de lagere intensiteiten en bij de lagere toonhoogten goed overeenkomt met de gestelde eischen, hetzij dan dat hij iets aan de lage kant aanwijst. Bij de hogere intensiteiten en toonhoogten treden afwijkingen tot 3 db op. Daar de gemiddelde afwijking, die ons toestel met het apparaat no. 173 aanwees 1.7 db was, meenden wij gerechtigd te zijn het toestel 2 db hoger te calibreren, hetgeen geschiedde.

Het toestel was derhalve voldoende nagemeten op zijn weergave van zuivere tonen. Hoe is het nu echter met het weergeven van complex geluid! Neemt men aan, dat een geluid gegeven wordt, samengesteld uit b.v. 2 zuivere tonen, elk met een physiologisch zelfde waarde, dus b.v. elk met een luidheid van 50 db, dan moet men aannemen, dat het toestel een waarde aangeeft van $50 + 10 \log 2 = 53$ db, van welke frequentie de afzonderlijke tonen ook mogen zijn. Evenzoo zal het gaan met geluiden van grootere complexiteit. Indien het b.v. samengesteld is uit componenten van resp. 200, 900, 1000 en 2500 Hz. en ieder dezer heeft, afzonderlijk gemeten een gelijke luidheid, dan zal de aanwijzing dezelfde zijn, als wanneer alle vier tonen

1000 Hz. frequentie hadden of, wat hetzelfde is, een toon van 1000 Hz. fysisch $4 \times$ zoo sterk gemaakt werd.

Physiologisch zijn deze geluiden echter lang niet gelijk, want hiervoor is de aard van de componenten wel degelijk van belang, daar het lang niet onverschillig is of deze onderling harmonisch zijn, elkaar maskeeren, interfereeren etc.

Daarbij komt, dat wij gehoorde complexe geluiden psychologisch interpreteren, wat de waardebepaling beïnvloedt. Hogewind¹⁾ wijst er op, dat wij onbewust iedere gehoorsindruk direct verbinden met de voorstelling van de bron van dit geluid. Een voorbijgaande vrachtauto b.v. maakt op ons een bepaalde geluidsindruk, die echter veel grooter lijkt dan zij is, omdat wij hem dadelijk associeeren met de voorstelling van een massale, zware wagen.

Churcher en King²⁾ onderzochten objectieve geluidsmeters met geluid, waarvan de componenten bekend waren. Zij stelden de aanwijzing van de meter vast en vergeleken deze uitkomst met die welke volgens berekening moest ontstaan en tevens met het resultaat van subjectieve metingen. Het bleek, dat de objectieve meters (die zuivere tonen goed aangaven) bij 't meten van complexe geluiden, steeds te laag schatten.

Het complexe geluid maakt dus physiologisch een sterkere indruk.

H. Fletcher³⁾ onderzocht met de objectieve meetmethode de luidheid van complexe geluiden, door vergelijking daarvan met een standaardtoon van 1000 Hz., door middel van een audiometer opgewekt. De toon van 1000 Hz. werd dusdanig ingesteld, dat hij subjectief even luid klonk als het te meten complexe geluid en vervolgens werd de sterkte van de standaardtoon afgelezen. Fig. 15 geeft de verhouding weer van vier complexe geluiden A. B. C en D, ten opzichte van deze 1000 Hz. toon. De spectra van deze geluiden zijn beneden links afgebeeld. Op de ordinaat is voorts de luidheid, op de abscis de subjectieve beoordeeling uitgezet. Bij 1000 Hz komen luidheid en beoordeeling overeen, zooals in de definitie van het luidheidsbegrip ligt opgesloten. De complexe geluiden worden echter subjectief luider beoordeeld. B.v. een bepaalde sterkte van geluid D, die door de objectieve meter gelijkgesteld wordt met een waarde van de standaardtoon

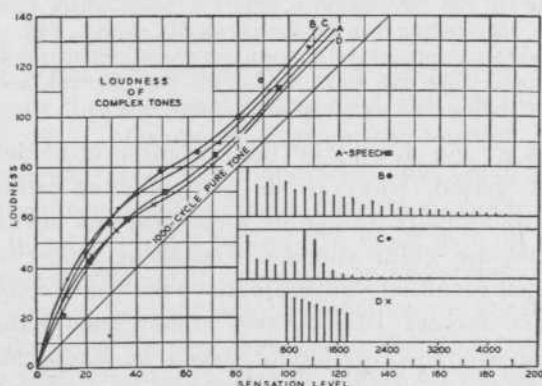
¹⁾ F. Hogewind: „Analyse en meting van het dagrumoer.” Diss. Utrecht, 1926, pg. 32.

²⁾ Churcher en King: loc. cit. zie pg. 87, noot 4.

³⁾ H. Fletcher: „Speech and Hearing”, pg. 231.

van 40 db, komt volgens het subjectieve oordeel overeen met een luidheid van 60 db, d.w.z. met een standaardtoonwaarde van 60 db. Heeft men dus een instrument geijkt op zuivere tonen, dan geeft dit het complexe geluid aanmerkelijk te laag aan.

Teneinde nu na te gaan hoeveel aan de aanwijzingen van onzen meter moest worden toegevoegd, om bij het meten van complexe geluiden juiste, althans bij benadering juiste, uitkomsten te krijgen, zijn door mij de volgende proeven genomen.



Figuur 15.

Aan ieder van een 15-tal proefpersonen werd een toon van 1000 Hz. en van een bepaalde, bekende luidheid, aangegeven door den S.L.M., ten gehoor gegeven. Daarna werd den proefpersoon verzocht door middel van een lichtsignaal kenbaar te maken, wanneer een eveneens aangeboden claxongeluid subjectief even luid was, en vervolgens werd de waarde van dit claxongeluid zooals de meter het aangaf, afgelezen. Nu werd de omgekeerde proef genomen en den proefpersoon verzocht te beoordeelen, wanneer de standaardtoon van 1000 Hz. in luidheid gelijk was aan het claxongeluid. Het bleek, dat wanneer beide even sterk bevonden werden, de meter het claxongeluid te laag taxeerde. Als dus beide *volgens het toestel gemeten* even sterk waren, klonk de claxon den proefpersoon veel luider in de ooren. Werden beide door *dezen* gelijk bevonden, dan bleek het, dat de claxon volgens het toestel een te geringe sterkte had.

Op de Internationale Acustische Conferentie, op 30 Juni 1937 te Parijs gehouden, werd ¹⁾ vastgesteld, dat bij dergelijke me-

¹⁾ Akust. Zeitschr. IV, Heft II. Juli 1931, pg. 215.

tingen, waarbij een complex geluid wordt geijkt, de te ijken- en de standaardtoon door den proefpersoon afwisselend moeten worden gehoord op beide ooren. Daarbij moet de standaardtoon zuiver van voren op 't hoofd van den proefpersoon vallen en moeten beide tonen minstens een seconde lang duren. Deze voorwaarden waren met onze proefopstelling zeer goed te verwezenlijken.

De volgende uitkomsten werden nu verkregen. Tabel 9.

Tabel 9.

Claxonwaarde volgens S.L.M. in decibels.

	Proef- persoon.	30	40	50	60	70	80	90	100
Aequivalente waarden van een toon van 1000 Hz.	1	32	40	53	69	77	82	90	103
	2	34	40	54	68	80	84	95	106
	3	36	45	50	62	73	90	94	105
	4	33	41	54	65	82	86	95	104
	5	35	41	52	70	70	85	96	102
	6	38	47	59	62	72	85	95	106
	7	30	46	58	70	82	84	93	100
	8	32	48	50	75	84	91	96	108
	9	36	48	59	65	85	88	100	102
	10	34	45	54	70	76	92	96	103
	11	33	44	59	64	74	86	100	106
	12	35	47	57	67	76	89	95	107
	13	38	47	58	68	76	88	100	101
	14	30	46	64	68	78	85	100	104
	15	34	45	55	70	86	85	95	105
	Gem.	34	45	56	68	78	87	96	104

In de bovenste rij zijn aangegeven de claxonwaarden volgens aanwijzing van de Sound Level Meter in dbs zooals die aan de proefpersonen aangeboden werden. De daaronder vermelde getallen zijn de waarden in dbs, waarmee de proefpersonen een toon van 1000 Hz. gelijkstelden.

Evenzoo werd de ijking van het apparaat voor het thermisch geruisch uitgevoerd. Hierbij werden de volgende uitkomsten gevonden (tabel 10).

Tabel 10.
Waarde v/h. thermisch geruisch vlgs. S.L.M. in decibels.

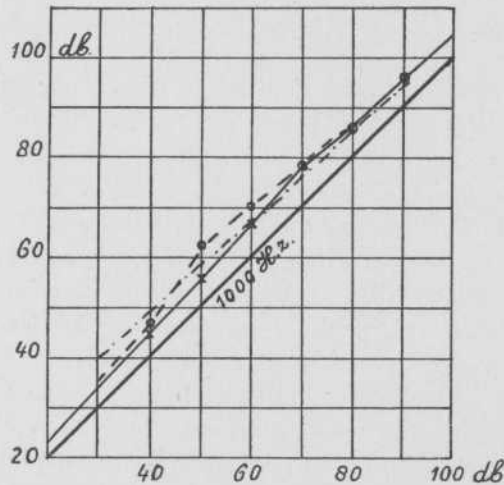
	Proef- pers.	40	50	60	70	80	90
Aequivalente waarden van een toon van 1000 Hz.	1	47	68	73	79	89	96
	2	49	64	70	78	89	96
	3	44	63	72	80	89	94
	4	46	62	68	74	80	96
	5	49	58	67	76	83	92
	6	46	63	68	81	82	97
	7	47	61	72	80	91	93
	8	47	68	75	78	87	97
	9	48	62	65	70	89	101
	10	44	62	73	79	87	95
	11	48	69	62	79	82	97
	12	46	53	70	78	88	96
	13	45	57	74	81	77	94
	14	49	68	71	77	85	98
	15	47	62	69	79	89	96
	Gem.	47	62	70	78	87	96

Tabel 11.
Waarde v/d. Lawaaitrommel vlgs. S.L.M. in decibels.

	Proef- pers.	30	40	50	60	70	80	90
Aequivalente waarden van een toon van 1000 Hz.	1	40	48	56	62	73	81	90
	2	42	49	59	65	76	84	95
	3	38	48	59	67	77	86	93
	4	41	50	60	68	79	84	94
	5	39	52	63	69	72	87	95
	6	36	49	58	70	74	85	96
	7	37	50	59	65	78	86	94
	8	38	46	58	69	76	84	94
	9	44	53	60	67	77	83	93
	10	43	50	57	67	75	88	95
	11	40	48	62	65	73	85	92
	12	42	50	59	68	79	84	96
	13	40	47	58	67	74	86	94
	14	44	51	60	66	78	87	94
	15	45	49	59	69	76	83	94
	Gem.	40	49	59	67	76	85	94

Tenslotte werden nog dezelfde proefnemingen verricht voor het lawaai van de lawaaitrommel. De resultaten van deze metingen zijn vastgesteld in tabel 11.

In de volgende figuur 16 zijn deze verhoudingen voor claxon-geluid en storingslawaaï nog eens graphisch voorgesteld, waarbij de stippellijn het thermisch geruis, de gesloten lijn het claxon-geluid, en de streep-stippellijn het storingslawaaï van de lawaaitrommel voorstelt. Op de abscis is de meteraanwijzing, op de ordinaat de gemiddelde subjectieve beoordeling uitgezet.



Figuur 16.

Aan de hand van deze gegevens was het dus mogelijk met de Sound Level Meter ook objectieve metingen te doen van complexe geluiden. De waarden daarvan, die men in de volgende hoofdstukken vermeld vindt, zijn dan ook volgens deze krommen omgerekend.

HOOFDSTUK IV.

"During the past few years much data and experience in the intricate subject of noise measurement have accumulated and a clearer grasp of essentials has been obtained." Churcher and King.

§ 1. *Over de spraakklanken.* — § 2. *Over het claxongeluid.* — § 3. *Vergelijking van de acustische waarden van fluisterstem en claxongeluid.* — § 4. *Over het intensiteitsverloop van het claxongeluid.* — § 5. *Over het, den chauffeur omgevende, geluid.*

Nadat in het vorige hoofdstuk de algemeene gang van het onderzoek is besproken, is het thans gewenscht nader in te gaan op de aard van het door de geluidsbronnen, waarmede de proefpersonen werden onderzocht, geproduceerde geluid. Er is op gewezen, dat de meest gebruikelijke methode ter bepaling van het quantitatieve en kwalitatieve hoorvermogen, n.l. het onderzoek met de menschelijke spraak, als behoorende tot het gewone klinische routine-onderzoek, werd toegepast, en dat met te meer reden, omdat deze methode algemeen in de, in Hoofdstuk II vermelde eischen, die men aan slechthoorende chauffeurs wil stellen, als de meest gewenschte maatstaf wordt opgegeven. Daar naar onze meening het hooren van andere geluiden (samen te vatten onder de term „signaalgehoor”) voor den chauffeur minstens even belangrijk genoemd mag worden, werden de proefpersonen ook onderzocht op hun vermogen claxongeluid te onderscheiden en, daar de chauffeur deze signalen niet in een geluidsarme, maar daarentegen juist in een geluidsrijke omgeving moet kunnen waarnemen, werd tevens de waarneming van dit signaalgeluid bij storend lawaai nagegaan.

De vraag, die thans rijst is deze: is er tusschen het waarnemen van de spraakklanken en het hooren van signalen eenig correlatief verband te vinden, zoodat men zonder meer als eisch voor het hoorvermogen van den chauffeur de fluister- of conversatiespraak-methode mag aannemen, of is dit verband niet aantoonbaar?

Weliswaar wordt in de literatuur, zooals bleek, steeds weer naar het onderzoek met de spraakklanken verwezen, het ontbreekt toch ook niet geheel aan beperkende opmerkingen.

Nager¹⁾ bijvoorbeeld eischt, dat de reductie van het hoorvermogen aan bovenste en onderste toongrens niet meer dan een octaaf bedraagt. Het is daarom, dat hij het onderzoek met de conversatiespraak onvoldoende acht, omdat een aanmerkelijke beperking van onderste en bovenste gehoorrens op kan treden, zonder dat dit met deze wijze van onderzoek bemerkt wordt, hetgeen bij de perceptie van signalen een groot nadeel zou zijn.

Ulrich²⁾ zegt, dat het niet zoozeer op een beperking van de onderste als wel op die van de bovenste toongrens aankomt. Verlaging daarvan zou een beperking van signaalgehoor medebrengen.

Esch³⁾ is van meening, dat naast het onderzoek met de fluisterstem, onderzoek met de conversatiestem noodzakelijk is: „denn der Lenker eines Kraftfahrzeuges muss die Umgangssprache verstehen, nur in seltenen Fällen wird ihm etwas zugeflüstert”. Echter ook op signaalgehoor afzonderlijk moet de chauffeur onderzocht worden. Hij ziet dus in de fluister- of conversatiestem geen middel om een indruk over het signaalgehoor te krijgen.

Quix acht een keuring op bepaalde geluidssignalen, als claxongeluiden, fiets- en trambellen, fluiten enz. geheel onvoldoende, omdat de chauffeur alle in het dagelijksch leven op de weg voorkomende geluiden als menschelijke stemmen, diergeluiden, geluiden teweeggebracht door bewegende voertuigen enz. moet kunnen waarnemen. De automobilist zal derhalve een bepaalde graad van gehoorscherptheit moeten hebben voor een bepaald gebied der toonladder. Zeer lage en zeer hooge geluiden, die practisch niet voorkomen, kunnen wij verwaarlozen. Dit is dus geheel in tegenspraak met wat Nager beweert.

Quix schrijft voorts, dat de menschelijke spraak geluiden omvat uit een groot gebied der toonladder, dat voor ons doel meer dan voldoende is. Het gebruik der spraakklanken maakt bovendien de keuring zeer gemakkelijk, zoodat deze uitvoerbaar is voor elken medicus. De luide spraak is voor dit doel door haar te groote en individueel sterk wisselende intensiteit niet bruikbaar, zoodat wij vanzelf komen tot het gebruik der fluisterspraak.

Uiteindelijk kunnen slechts de proefnemingen, zooals deze in dit en het volgende hoofdstuk vermeld zullen worden, daarover uitsluitsel geven, echter vooraf is het dienstig eens de aard van het spraak- en van het claxongeluid nader te beschouwen, teneinde de te verkrijgen uitkomsten beter te begrijpen. Tevens zal dan aandacht besteed worden aan de aard van het geluid, dat bij het chauffeeën als storingslawaaï optreedt.

§ 1. *Over de spraakklanken.*

Sedert zij door den oorarts O. Wolf, te Frankfort a.M., in 1871 het eerst werd ingevoerd, is de methode van het gehoor-

¹⁾ Nager: loc. cit. zie pag. 38, noot 1.

²⁾ Ulrich: loc. cit. zie pag. 37, noot 1.

³⁾ Esch: loc. cit. zie pag. 33, noot 1.

onderzoek door middel van de menschelijke spraakklanken in de oorheeskunde een algemeen toegepast hulpmiddel geworden. Immers de menschelijke stem kan klanken, die een groot gedeelte van de hoorbare toonschaal beslaan, voortbrengen en is bovendien onder de acustische fenomenen voor den mensch van het grootste belang. Alvorens echter bij het gehooronderzoek eenigszins vergelijkbare waarden konden worden verkregen, moest men beter dan Wolf dit was, georiënteerd zijn over het wezen van het geluid, dat in de spraakklanken aanwezig is. Veel arbeid is hierover door physiologen, phonetici, physici en ook van medische zijde verricht en over de details is men het nog lang niet eens, wat echter voor ons onderzoek van geen belang is.

Zonder in deze details te treden kan men het volgende constateeren: Het spreekapparaat van den mensch is min of meer opgebouwd als een tongorgelpijp en bestaat evenals deze uit windbuis (luchtpijp) met blaasbalg (borstkas en longen), tongwerk (strottenhoofd) en aanzetstuk (pharynx-, mond-, neusholte).

De spraak, die door dit apparaat wordt voortgebracht, wordt opgebouwd uit twee elementen: klinkers of vocalen en medeklinkers of consonanten.

De vocalen ontstaan bij de gewone spreek- en zangstem, doordat de lucht uit de longen tegen de meer of minder gesloten stembanden strijkt en deze in trilling brengt, waardoor een klank wordt gevormd, bestaande uit een grondtoon met een aantal bijbehorende boventonen. In het aanzetstuk, dat als resonator optreedt, worden nu uit deze klank dié boventonen versterkt, die in verband met de vorm van deze resonator daarvoor in aanmerking komen. Het zijn deze door de vorm van het aanzetstuk versterkte tonen, die aan de klinker het eigenaardige, kenmerkende karakter verleen, tezamen met de in de larynx gevormde grondtoon.

Zoodoende is het mogelijk dat, terwijl de hoogte van de toon waarop gesproken wordt zich wijzigt, hetgeen gelijk wij zagen, in de larynx geschiedt, de karakteristieke klankkleur van de klinker, door het gelijkhouden van de vorm van de resonator, behouden blijft.

De vocaal „A” bijvoorbeeld klinkt steeds als „A”, onafhankelijk van het feit of de toonhoogte waarop zij wordt gesproken

of gezongen bij e, f, e¹ enz. ligt. Steeds echter vindt men bij klankanalyse een aantal bijzonder duidelijke deeltonen bij ± 800 Hz., evenals bij de „O” steeds een bijzonder aantal opvallende deeltonen bij ± 400 Hz. optreedt.

Deze tonen, die dus het typische klankkarakter van de betrokken vocaal kenmerken, werden door Hermann met de naam „formant” aangeduid. Verschillende vocalen hebben niet slechts één, maar meerdere formanten, waarvan volgens Stumpf ¹⁾ de voornaamste als hoofd-, de andere als nevenformant worden aangeduid. De formanten zijn geen vaste tonen, maar gaan over een klein gebied op en neer met de grondtoon, en bestrijken dus een gedeelte van de toonschaal ²⁾.

Wat de consonanten betreft, deze bestaan geheel of toch grootendeels uit geruischen, die gevormd worden op de z.g. articulatieplaatsen: vernauwingen of afsluitingen in het spreekapparaat. Bij de gesproken en gezongen consonanten ontstaan daarbij ook trillingen in de larynx, terwijl de vorm van het aanzetstuk bij de verschillende medeklinkers, evenals dit bij de klinkers gebeurt, wisselt.

Het fysisch onderzoek van de consonanten heeft nu uitgewezen, dat zij opgebouwd zijn uit vele, dicht bij elkaar gelegen tonen. Volgens Stumpf komen in de consonanten ook bepaalde, voor de medeklinker karakteristieke groepen van deeltonen voor, zoodat hij ook van de formanten van de consonanten spreekt.

Het bovengemelde geldt nu voor gesproken en gezongen spraakklanken; bij de fluisterstem treden iets andere verhoudingen op. Hierbij ontstaan de spraakklanken slechts stemloos, de stembanden trillen niet mee. De fluistervocalen ontstaan dus slechts door aanblazen van het aanzetstuk en bestaan derhalve in hoofdzaak uit trillingen in het formantgebied; het karakter van de vocaal blijft dus behouden, alleen de klank van de stembanden ontbreekt. De fluister-consonanten zijn eveneens stemloos; in tegenstelling met de gesproken en gezongen consonanten treedt er dus geen toonvorming in de larynx op.

Wat nu voor het gehooronderzoek met de stem in de eerste plaats van belang is, is het toongebied, waarover de spraak-

¹⁾ C. Stumpf: „Die Sprachlaute”. Berlin 1926.

²⁾ Stumpf heeft dan ook wel van deze streek als „Formantregio” gesproken.

klanken zich uitstrekken. Wij zullen ons daarmede nu eerst bezighouden en vervolgens iets over de intensiteit van deze klanken vermelden.

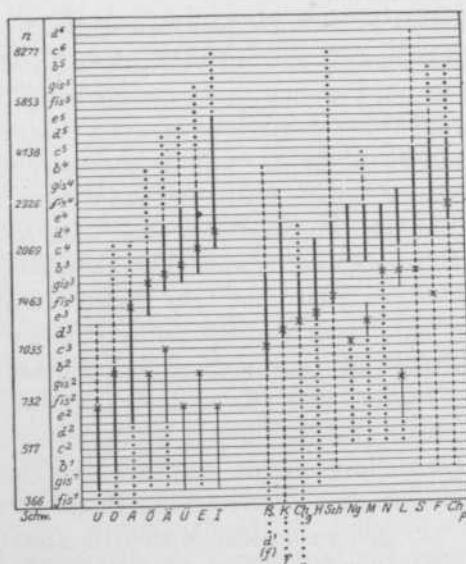
a. Spectrale verdeeling van de spraakklanken.

Gaan wij thans over tot de beantwoording van de vraag, welk gedeelte van de hoorbare toonschaal door de spraakklanken wordt bestreken, dan blijkt allereerst uit proefnemingen van Gutzmann—Paulsen, dat de stemtoon van de mannsprekstem een toonomvang heeft van A (106 Hz.) tot e (160 Hz.).

E. Waetzmann¹⁾ geeft de volgende cijfers over de toonhoogte van de grondtoon aan:

bas:	F — e ¹	± 85—320 Hertz
tenor:	c — a ¹	± 128—433 „
alt:	f — e ²	± 171—640 „
sopraan:	c ¹ — a ²	± 256—853 „

De formanten echter liggen verdeeld over een veel grooter gebied van de toonschaal. Daar er geen wezenlijk onderscheid be-



Figuur 17.

¹⁾ E. Waetzmann: „Resonanztheorie des Hörens.“ Braunschweig. 1912, S. 25.

staat tusschen de fluister- en gewone spreekstem-formanten ¹⁾, geeft het schema, fig. 17, ontleend aan Stumpf, een goed overzicht van de ligging der formanten bij beide.

De gesloten lijnen duiden de formantstreek, de gepuncteerde lijnen de toonhoogte aan, waarin de spraakklanken zich nog wat afronden, zonder dat deze streken direct invloed uitoefenen op het specifieke karakter van de klank. In de linkerhelft van de figuur vindt men de vocalen, rechts de consonanten aangegeven. De linkerkolom geeft voorts de trillingsgetallen aan.

Hieruit blijkt, dat de formanten van de fluistervocalen zijn gelegen tusschen f_{is}^1 en het midden van het 5 gestreept octaaf, d.w.z. tusschen ± 350 — 6000 Hz., terwijl die van de consonanten liggen tusschen b_2 en c_5 (± 970 — ± 4100 trillingen/sec). Deze getallen van Stumpf komen goed overeen met uitkomsten van Wagner ²⁾ en anderen.

Het blijkt dus, dat het geheele toengebied, dat voor het spraakgehoor, 't zij conversatie- 't zij fluisterspraak, van belang is, loopt van ± 100 — ± 4100 Hz.

Van veel geringere beteekenis zijn hogere frequenties dan de formantregioes bereiken. Zoo werd b.v. door M. Grützmaier ³⁾ de sisklank S nader onderzocht, waarbij het spectrum zeer hoge componenten bleek te bevatten tot 8000 Hz.; in een geval van bijzonder scherpe uitspraak zelfs tot 13000 Hz. Voor ons onderzoek hebben deze hoge frequenties echter geen beteekenis.

Met een enkel woord mag hier nog de vraag aangeroerd worden, welke zone van het hoorbare toengebied noodzakelijkerwijze aanwezig moet zijn, wil een behoorlijk verstaan van de spraakklanken mogelijk zijn. Van het vele werk, dat omtrent deze vraag verricht is, sedert v. Bezold voor 't eerst dit onderwerp aansneed, zij hier slechts op Stumpf's ⁴⁾ onderzoekingen met zijn interferentiemethode gewezen, waarmede hij vocalen uit de samenstellende deeltönen kon opbouwen. Het bleek hem, dat vooral het $2 \times$ gestreepte octaaf een bijzondere beteekenis heeft, omdat het de A formant, de belangrijkste der vocalen „princeps vocalium” (Hellwag) bevat. Voor het volledig spraak-

¹⁾ C. E. Benjamins: „Enkele beschouwingen over het onderzoek van het gehoor met het gesproken woord.” N.T. v. G. 73 J. 1929. No. 38, pg. 4359—4369.

²⁾ Wagner: Electrotechn. Zeitschr., 1924, pg. 453.

³⁾ M. Grützmaier: Zeitschrift techn. Physik 10, 577/1929.

⁴⁾ C. Stumpf: Op. cit. zie pg. 117, noot 1.

verstaan, waarbij geen enkel bestanddeel van de gesproken woorden in hun specifiek karakter wordt gestoord, is volgens hem noodzakelijk, dat de geheele toonreeks van c^1 tot c^5 aanwezig is.

b. Intensiteit van de spraakklanken.

Behalve het verschil in toonhoogte vertoonen de verschillende klanken ook nog een verschil in draagwijdte, in intensiteit.

Zwaardemaker en Quix ¹⁾ hebben de klanken van de fluisterstem naar hun toonhoogte en draagwijdte verdeeld in lage, weinig ver dragende en hooge, ver dragende klanken.

De lage klanken, zona gravis, strekken zich over de toonschaal uit van $C-d^2$, de hooge, zona acuta, van d^2-fis^4 . Deze hooge zone werd weer onderverdeeld in hooge, middelmatig ver dragende klanken, en hooge, zeer ver dragende klanken.

Zwaardemaker en Quix maakten bij hun indeeling slechts gebruik van eenlettergrepige woorden, om het bezwaar van de klemtoon, die bij meerlettergrepige woorden optreedt, te ontgaan en tevens de kans van het raden van het geheele woord, als er slechts een deel van gehoord wordt, te ontgaan. Hier volgt dan de door hen samengestelde tabel.

Draagkracht voor fluisterspraak.	zona gravis.	zona acuta.
10—12 m.	oe, oo, z, w, n, m,	
6 m.	roer, moer, moe, roem, oor, room, oom, worm.	
20—25 m.		i, u, stomme e, ei, au, t, k, f.
14 m.		tik, kiek, kik, tijk, fijt, kijf, hei, tuf, tuk, fout, kout.
30—35 m. 30 m.		aa, ee, s, sch, z, aas, zee, zes, esch.

Bij het onderhavige fluisterstem-onderzoek werd van deze woorden gebruik gemaakt.

¹⁾ Zwaardemaker en Quix: „Spraaengehoor”, Nederlands Tijdschrift v. Geneesk. 1904. Dl. II, p. 550.

c. Over het „verstaan” van de spraakklanken.

Bij het hooren spelen, zooals overal in de zintuigphysiologie, drie factoren een rol en wel de prikkel, het zintuig en het receptieve orgaan, in dit geval dus: de acustische prikkel, het gehoororgaan en het bewustzijn.

Bij het onderzoek met de fluisterstem controleeren we nu niet alleen, zooals bij het signaalonderzoek, het feit of geluid wordt waargenomen, maar tevens wát er gehoord wordt, m.a.w. of het gehoorde verstaan wordt. Dit verstaan hangt echter niet alleen af van het acustische apparaat, maar van de aard van de bewustzijnsinhouden (acustische herinneringsbeelden en voorstellingen), waarmede de primaire gehoorwaarneming wordt geassocieerd ¹⁾.

Voor het verstaan van een woord is het nu geensdeels noodzakelijk, dat alle letters even duidelijk worden gehoord, maar het waarnemen van enkele letters of lettercombinaties is genoeg, om met het in het bewustzijn aanwezige associatiemateriaal tot een verstaan te komen. Het verstaan van een woord wil dus nog geenszins zeggen het volledig gehoord hebben daarvan; het verstaan is in groote mate mede afhankelijk van het aanwezige associatiemateriaal en waar dit bij menschen van verschillende ontwikkeling, ervaring en intelligentie sterk uiteen kan loopen, kan men in het verstaan van de fluisterstem geen absolute, maar slechts een relatieve maatstaf vinden voor de gehoorfunctie. Teneinde de individueele verschillen zoo gering mogelijk te laten zijn, maakt men bij het fluisterstem-onderzoek meestal gebruik van getallen, ten opzichte waarvan immers vrijwel iedereen dezelfde instelling heeft. Nochtans, waar bij het gebruik hiervan de onderzochte al spoedig begrijpt, dat men met een getallenreeks onderzoekt, daar wordt het raden, het onbewust aanvullen, wanneer slechts een gedeelte van het woord gehoord wordt, weer grooter.

Weliswaar zijn in de oorheelkunde methoden gebruikelijk om de genoemde euvelen, die de fluisterspraak aankleven, te ondervangen of althans te verminderen, b.v. de z.g. „Wechselautmethode” van

¹⁾ F. G. Katz: „Ueber Sprachgehör und Sprachverständnis.” Zeitschrift für Hals, Nasen usw. Heilkunde. Bd. 25. Heft 25, pg. 193.

Bárány¹⁾, en proeven met zinloze zinnen van Gutzmann²⁾ e.a., maar daar deze methoden door het gros der keurende artsen niet toegepast worden en deze ook in de diverse wetsgevingen niet bedoeld zullen zijn, zal hierop niet nader worden ingegaan.

§ 2. *Over het claxongeluid.*

Teneinde een goed begrip te krijgen over aard en eigenschappen van het geluid, waaraan de automobilisten en met hen de andere weggebruikers worden blootgesteld, werd een onderzoek naar claxongeluid verricht.

Reeds in 1930 verschenen in een rapport van de New-Yorksche Anti-lawaaicommissie³⁾ belangrijke gegevens over dit onderwerp. Door deze commissie werden acht en dertig claxons van verschillende types onderzocht, in de eerste plaats op hun luidheid en voorts op hun acustische spectra. Wat de luidheid betreft, de onderzochte claxons vertoonden waarden varierend van 102—72 db, gemeten op ± 7 m. vóór de hoorn⁴⁾. De afstand werd door hen op 7 m. gesteld, in verband met de reflexie van het geluid tegen de bestrating. Het blijkt n.l., dat het geluid tot 7 m. afstand van de bron op zeer inconstante wijze in sterkte afneemt of zelfs door reflexie versterkt wordt. Op een afstand groter dan 7 m. verloopt het geluid op meer regelmatige wijze.

1) R. Bárány: „Worttabellen zur Hörprüfung”. Verhandlungen Deutsche Otol. Gesellsch. 1910. 110—113.

2) H. Gutzmann: „Ueber Hören und Verstehen.” Zeitschr. f. angew. Psychol. 1908. I. 483—503.

3) E. F. Brown, E. B. Dennis, J. Henry, E. G. Pendray: „City Noise” The Report of the Commission, Appointed by Dr. S. W. Wynne, Comm. of Health, to study Noise in New-York City etc.

4) Hier en in 't vervolg zullen meerdere malen de woorden hoorn en claxon worden gebruikt. Daar er omtrent deze begrippen eenig misverstand bestaat, het volgende: de geluidssignaalinstrumenten, die op de moderne automobielen zijn aangebracht, worden weliswaar door het publiek als claxon aangeduid, maar zijn in werkelijkheid gewone hoorns. De „claxons”, die thans vrijwel niet meer gebruikt worden, bestonden uit een electromotortje, hetwelk op het eind van de as voorzien was van een klein tandrad, dat, tegen een pennetje, aan een trilplaat verbonden, draaide en daardoor een ratelend geluid veroorzaakte. Bij de hoorn, thans ook claxon genaamd, ontstaat het geluid door het in trilling brengen van de membraan door middel van een electromagneet, waarbij de trillingen worden overgebracht op de hoorn, welke dus het geluid richt.

Met claxon is in dit proefschrift dus bedoeld, het tegenwoordig meest gebruikte geluidssignaal, dus eigenlijk een hoorn. Met „hoorn” is hetzelfde gemeend en niet de ouderwetsche balhoorn.

Er werd dus gemeten onder dezelfde voorwaarden als onze wetgever die ook voor 't meten van de lawaaisterkte van claxons eischt. Daarbij waren er slechts 7 claxons, die minder dan 90 db luidheid bezaten. Daar het zware verkeerslawaaï, gemeten bij de z.g. „elevated”, de bovengrondsche spoorweg, 80 db bedroeg, mogen deze prestaties van de claxons, uit lawaaïbestrijdings-oogpunt bezien, als overdreven hoog worden gewaardeerd.

Immers, het is wel de bedoeling, dat een claxon boven het omringende lawaaï de aandacht trekt, maar men vergete niet, dat het oor een selectieve werking heeft en bovendien des te gevoeliger is, naarmate de aandacht meer op een verwachte prikkel gericht is. Het is derhalve zeer wel mogelijk een claxon van een luidheid van b.v. 60 db, te midden van een omgevend straat-lawaaï van 70 db, waar te nemen.

Erwin Meyer en Walter Willms ¹⁾ maten in 1932 door middel van het apparaat van Barkhausen de luidheid van 50 autohoorns op 8 m. afstand en vonden daarbij gemiddelden van 70—90 phon. De luidheid van de elektrische hoorns was grooter dan van de balhoorns. Zij maken daarbij de opmerking, dat tijdens de rit de accu van de auto wordt opgeladen en dus een hogere spanning gaat vertoonen en derhalve de luidheid van de hoorns tijdens de rit ook grooter is.

Door het omgevingslawaaï op te voeren tot een hoogte van 120 phon., gelukte het hun niet de claxons volledig te maskeeren.

A. Labrousse ²⁾ vond bij zijn onderzoekingen naar de luidheid van claxons op 15 m. afstand voor de hoorn gemeten geluidsterkten varieerend van 83—91 phon.

Aangaande de luidheid van eenige hier te lande gebruikelijke claxons kunnen de volgende cijfers, door onszelf opgemeten op 7 m. afstand van de hoorns, een indruk geven.

Bosch (lange hoorn) FK 6 D I.	95 db
Lange hoorn (merk ontbreekt)	92 „
Scintilla T.A. 1—6	92 „
Scintilla T.A. 6—528	98 „

¹⁾ E. Meyer en W. Willms: „Geräuschmessungen an Kraftfahrzeugen.” Zeitschrift des V.D.I. Bd. 76, 1932.

²⁾ M. A. Labrousse: „Mesures de bruits relatifs aux essais des appareils dits „Amplificateurs de sons pour camions.” Annales des Postes et Télégr. 26 (1937),

Claxon Ltd. Engeland	97 db
Delco Remy	105 „
Hella	104 „
Bosch	102 „

Van groot belang is nu het *acustische spectrum* der signaal-apparaten.

Bij onderzoek door de genoemde New-Yorksche-Antilawaai-commissie bleek, dat een claxon een complex-geluid produceert, bestaande uit een grondtoon en meer of mindere, al of niet harmonische, boventonen. Door middel van een elektrische frequentie-analysator kan men nu de componenten van het te onderzoeken geluid, zoowel naar trillingsgetal als naar sterkte, leeren kennen en in een graphische voorstelling gebracht, levert dit het z.g. *acustische spectrum*. Het bleek nu, dat men de claxon in drie klassen kon indeelen naar de aard der aandrijving en dat deze klassen ook onderling in spectra verschilden. Bij alle onderzochte claxons lag de grondtoon tusschen 200 en 300 Hz. Het bleek, dat bij de hoorns van het z.g. vibratortype de boventonen met de grootste amplitude voornamelijk boven de 2000 Hz. lagen en dat deze boventonen harmonisch waren. De spectra van de hoorns, aangedreven door motoren, vertoonden zoowel harmonische als niet harmonische boventonen, maar ook hier lagen de boventonen met de grootste amplitude voornamelijk bij 2000 Hz., hoewel de meeste van dit type ook een enkele boventoon hadden bij 1000 Hz.

De derde groep hoorns werd door lucht aangedreven en bleken ieder meerdere grondtonen met bijbehorende boventonen te hebben; voor ieder complex werd zodoende een apart spectrum gemaakt. Bij deze types bleken nu, in tegenstelling met de beide voorgaande categorieën, de sterke boventonen voornamelijk beneden de 2000 trillingen te liggen.

In zeer veel gevallen bleken de boventonen een sterkte van meer dan 50 db, soms meer dan 60 db te bereiken.

Labrousse¹⁾, die zijn claxons op 15 m. afstand onderzocht en daarvan oscillogrammen opnam, vond voor de grondtonen waarden, die varieerden van 200—600 Hz. Hij ontdekte zoowel harmonische als niet harmonische boventonen, die over een groot bereik tamelijk gelijkmatig verdeeld waren tot de grens van het spectrum bij ongeveer 5000 Hz.

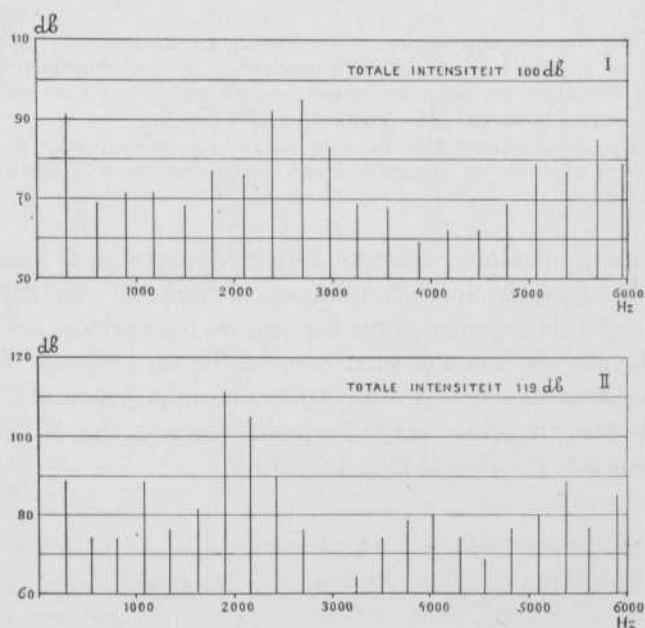
¹⁾ M. A. Labrousse: loc. cit. zie pg. 123, noot 2.

Meyer en Willms¹⁾ vonden bij hun claxons harmonische spectra, slechts bij de balhoorns troffen zij niet harmonische, continue spectra aan, terwijl de grondtonen bij de elektrische hoorns tusschen 170 en 350 Hz., bij de balhoorns tusschen 95 en 100 Hz. waren gelegen.

Wij onderzochten zelf 10 claxons, ons welwillend ter onderzoek afgestaan door de Firma Fongers te Groningen, op hun spectrum, waarbij gebruik gemaakt werd van de Type 636 A. Wave Analyser van de General Radio Company, Cambridge A. Mass²⁾. Deze analysator is berekend voor het meten van de afzonderlijke componenten van complexe geluiden, en wel die, welke frequenties tusschen 20 en 15000 trillingen hebben. Het is in wezen een gevoelige triode-voltmeter met een uiterst scherpe frequentie-karakteristiek, waarbij van het zwevingsprincipe gebruik gemaakt wordt.

Bij het analyseeren van het claxongeluid werden nu onder meer resultaten gevonden, die in de volgende grafische voorstellingen zijn vastgelegd.

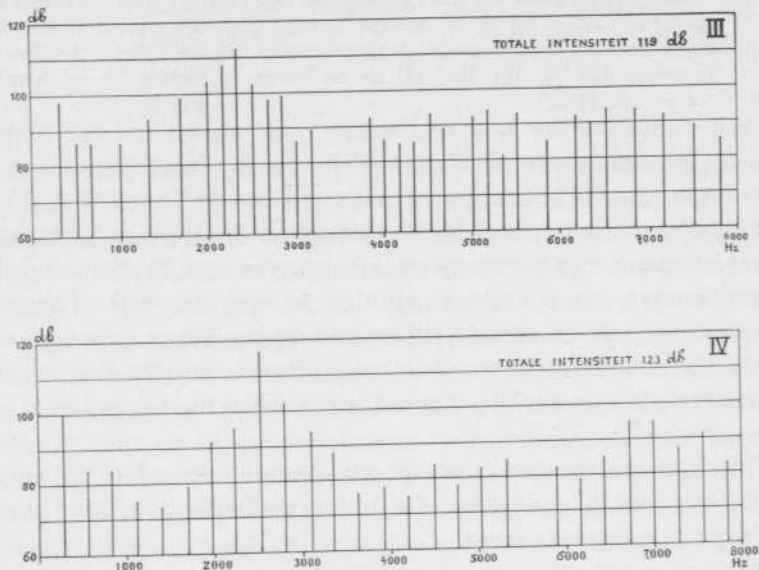
Daar de andere claxons analoge spectra opleverden, is hier slechts van een viertal melding gemaakt.



Figuur 18.

¹⁾ Meyer en Willms: loc. cit. zie pg. 123, noot 2.

²⁾ Zie over het analyseeren van geluid, o.a. Harry H. Hall: „Sound Analysis” The Journ. of the Acoust. Soc. Amer. Vol. 8. No. 4. April 1937.



Figuur 19.

De claxons zijn in het laboratorium geanalyseerd; rechts boven in de figuren zijn de totale intensiteiten in db's aangegeven en zijn de nummers vermeld, welke de merken aangeven. I = claxonmerk Scintilla, II Hella, III Claxon Ltd., IV Bosch.

Op de abscissen zijn de frequenties, op de ordinaten de intensiteiten afgezet, de verticale lijnen verbeelden de afzonderlijke componenten.

Het was niet zonder meer te verwachten, dat deze spectra bij afzwakking dezelfde verhoudingen zouden blijven behouden, daar hierbij de eigenaardigheden van de luidspreker en de versterkersystemen een rol gaan spelen. In de volgende tabel is het spectrum van de bij onze proefnemingen gebruikte claxon, merk Bosch, in getalwaarde vermeld (zie ook fig. 19, No. IV) en tevens dat na afzwakking tot 83 db.

Claxon Bosch, totale intensiteit, 123 db.

<i>frequentie v/d componenten</i>	<i>sterkte componenten</i>	<i>idem na electri- sche afzwakking tot 83 db</i>	<i>Berekende waarden</i>
280 Hz.	100 db	59 db	59 db
560 "	84 "	43 "	49.5 "
840 "	84 "	50 "	49.5 "
1120 "	75 "	40 "	44.3 "
1400 "	73 "	41 "	43 "
1680 "	79 "	35 "	46.6 "
1960 "	91 "	50 "	53.6 "
2240 "	95 "	60 "	56.1 "
2520 "	117 "	79 "	69 "
2800 "	102 "	59 "	60 "
3080 "	94 "	50 "	55.4 "
3360 "	88 "	33? "	51.9 "
3640 "	76 "	—	44.8 "
3920 "	78 "	—	46.2 "
4200 "	75 "	22? "	44.3 "
4480 "	84 "	43 "	49.5 "
4760 "	78 "	46 "	46.2 "
5040 "	83 "	52 "	48.9 "
5320 "	85 "	50 "	50.1 "
5880 "	82 "	46 "	48.3 "
6160 "	79 "	32 "	46.6 "
6440 "	85 "	28 "	50.1 "
6720 "	95 "		
7000 "	95 "		
7280 "	87 "		
7560 "	91 "		
7840 "	83 "		
8120 "	84 "		

In de rechtsche kolom zijn de waarden vermeld, die volgens berekening bij volkomen lineaire afzwakking gevonden hadden moeten worden.

Deze afzwakking is dus weliswaar niet geheel lineair, maar wijkt daarvan toch niet belangrijk af; bij 3640 en 3920 Hz. is de weergave van de luidspreker zeer slecht geweest.

§ 3. *Vergelijking tusschen de acustische waarden van fluisterstem en claxongeluid.*

Vergelijken wij thans het besprokene in § 1 en § 2, dan kan geconstateerd worden:

De hoorbare toonschaal strekt zich op de volwassen leeftijd uit van $\pm C_{11}$ (64 Hz.) tot $\pm c_7$ (16384 Hz.), terwijl deze bovengrens met het klimmen der jaren daalt.

Voor het verstaan van de spraak is, zooals wij zagen, slechts een klein deel hiervan noodig. Zelfs als men volledig spraakverstaan eischt, is de streek van c_1 — c_5 voldoende (256 Hz.—4096 Hz.). Het claxongeluid bevat nu veel componenten van aanzienlijke sterkte, die aanmerkelijk hoger gelegen zijn. Deze hooge factoren nu zijn bij het claxongeluid, in tegenstelling met het spraakgeluid, wel degelijk van belang, waar het betreft de hoorbaarheid door slechthoorenden. Immers, een slechthoorende, die nog slechts de hoogste componenten van de spraakzone kan hooren, zal de spraak niet meer verstaan, het waarnemen van de hooge componenten van het claxongeluid is echter voldoende om den slechthoorende op het waarschuwings-signaal opmerkzaam te maken.

Uit de spectra blijkt voorts nog een belangrijk feit. Patientten, lijdende aan een basdoofheid, zullen in het algemeen de grondtoon van de claxon aanmerkelijk minder goed waarnemen dan normale personen, zij zullen echter de boventonen vaak nog zeer voldoende kunnen hooren, het omgekeerde zal het geval zijn bij discantdooven.

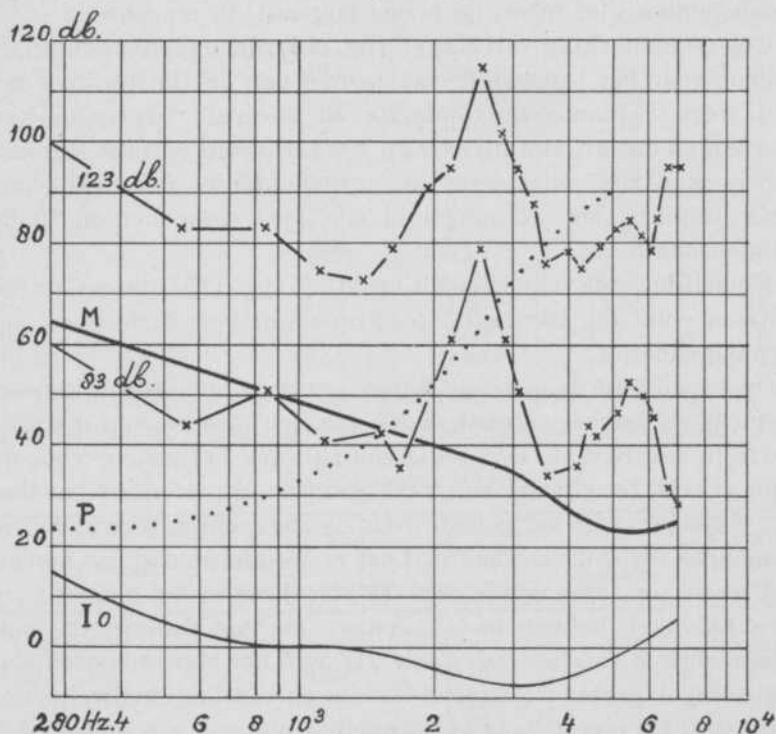
De complexiteit van het claxongeluid is derhalve een voor dooven gunstige factor. Een voorbeeld kan dit verduidelijken. Beschouwen we eens figuur 20.

Op de abscis zijn hier de frequenties, op de ordinaat de geluids-intensiteiten afgezet. I_0 = de isophoon van 0 db, dus de onderste kromme van het schema van Fletcher en Munson.

Voorts zijn luchtgeleidingsaudiogrammen van twee door mij onderzochte patientten M. (—) en P(...) uitgezet; (de lijnen stellen de minimum audibele waarden van de verschillende frequenties voor), terwijl tevens het spectrum van de gebruikte claxon bij 123 en 83 db afgebeeld is (— × —).

M. heeft een sterk hoorverlies aan de bas-, P. aan de discant-zijde. Deze laatste hoort zelfs de componenten met hoogere frequenties dan 3500 Hz., bij de aangegeven totale claxonsterkte

van 123 db, niet meer, hoewel deze componenten toch intensiteiten van 80 en meer dbs bereiken; dit is echter geen bezwaar voor het waarnemen van het claxongeluid, immers dit bevat nog vele sterke componenten aan de baszijde. Het bleek dan ook, dat de patient de claxon nog bij een minimumsterkte van 30 db waarnam. Wat de fluïsterstem betreft is hij links geheel doof, rechts hoort hij de zona acuta nog op 0.25 m., de zona gravis nog op 0.50 m. In het gunstigste geval hoort hij de spraak-



Figuur 20.

klanken van de fluïsterstem dus op 0.50 m. Pat. M. echter hoort de zona acuta op 3.5 m., de zona gravis eveneens op 0.50 m.; in 't gunstigste geval dus op 3.5 m., dus 3 m. méér dan P. Wat de minimum-waarde van de claxon betreft, deze hoort hij evenals P. op ± 30 db.

Men ziet uit deze voorbeelden dus, dat bij een gelijk signaalgehoor een vrij groot verschil in 't waarnemen van de fluïsterstem kan bestaan, hetgeen in tegenstelling is met Quix' aan-

name, dat de fluisterstem een goede maatstaf is voor het signaalgehoor (zie pg. 115). Deze uitspraak is dus in haar algemeenheid onjuist. Verderop zullen wij zien, hoe toch in bepaalde gevallen het fluisterstemonderzoek eenige beteekenis voor het bepalen van het signaalgehoor kan hebben.

Ook bij afzwakking van het claxongeluid blijven deze verhoudingen bestaan. Stellen wij, dat de waarde van alle componenten tot op de helft vermindert, dan hoort M. de lage componenten niet meer, de hooge nog wel, P. omgekeerd.

Ook de opmerking van Nager (pg. 115), dat ondanks voldoende gehoor voor het behoorlijk waarnemen van de fluisterstem een vrij sterke afname van onderste en bovenste toongrens kan bestaan en dat dit van invloed op 't waarnemen van het signaalgehoor kan zijn, is in haar algemeenheid niet juist gebleken, daar immers het claxongeluid ook vele componenten in de middenzone bevat.

Hetzelfde geldt voor Ulrich's meening (pg. 115), dat een sterke afname van de bovenste toongrens wel van invloed op het signaalgehoor is.

Op grond van de gemelde feiten zou men theoretisch kunnen vermoeden, dat het signaalgehoor van den overwegend discantdoove in zekere mate evenredig zou zijn met het gehoor voor de zona gravis, terwijl dat van den basdoove min of meer parallel zou verlopen met het gehoor voor de zona acuta, terwijl bij de gemengde vormen van doofheid het er weinig op aan zou komen met welke zone men onderzoekt. Daar wij echter het gehoor voor spraakklanken hebben leeren kennen als een functie, die ook afhankelijk is van het „verstaan”, terwijl het signaalhooren een eenvoudiger proces is, waarbij hooren en verstaan vrijwel synoniem zijn, zal men tevens vermoedelijk kunnen verwachten, dat de individueele verschillen bij gelijkheid van fluisterstem voor het signaalhooren verschillend zullen zijn en omgekeerd. Bovendien zullen de individueele variaties samenhangen met het toevallige verloop van het audiogram van den betrokkene.

De volgende proefnemingen geven een practische uitwerking van dit vraagstuk bij drie groepen slechthoorenden. De groepeerings werd niet verricht op het stemvork- of fluisterspraakonderzoek, maar uitsluitend op grond van het audiogram. Daarbij zij opgemerkt, dat de gemengde vormen, naar het stemvork-onderzoek gerekend, meestal tot de basdooven behoorden.

De cijfers van de fluisterstem zijn gemiddelde waarden van de gebruikte testwoorden in meters.

I. Overwegend Discantdooven.

Patient.	Fluisterstem		Conversa- tiestem	Minimum claxonwaar- de in dbs
	zona gravis	zona acuta		
1. M. B.	—	—	0.50	97
2. J. H.	—	—	1.00	62
3. A. D.	a.c.	a.c.	1.50	34
4. J. Z.	0.25	0.25	1.50	52
5. R. H.	0.25	a.c.	2.00	34
6. J. K.	0.25	0.10	3.50	47
7. S. v. d. H.	0.25	0.10	5.00	24
8. W. P.	0.50	0.25	1.50	30
9. P. S.	0.75	0.25	1.00	56
10. J. A. M.	0.75	0.25	2.00	47
11. J. K.	0.75	0.25	5.00	43
12. G. K.	1.00	a.c.	1.50	51
13. H. G.	2.00	1.50	3.00	42
14. A. B.	3.00	0.50	> 15.00	26
15. F. O.	4.00	4.00	5.00	24

10 patienten, die 3 m. en meer fluisterstem op hun beste oor hadden, hoorden het signaal steeds bij minder dan 40 db.

II. Overwegend Basdooven.

Patient.	Fluisterstem		Conversa- tiestem	Minimum claxonwaar- de in dbs
	zona gravis	zona acuta		
1. R. v. D.	0.10	a.c.	1.50	63
2. A. B.	0.25	0.10	1.00	52
3. M. M.	0.50	0.25	0.50	43
4. H. N.	1.50	1.00	2.00	44
5. R. H.	2.00	0.50	1.50	41
6. R. W.	2.00	0.50	2.50	30
7. D. R.	2.50	a.c.	2.00	55
8. W. v. K.	3.00	2.00	7.00	41
9. H. v. A.	3.00	1.50	6.00	43
10. F. M.	3.50	0.50	5.00	32
11. V. M.	3.50	a.c.	4.50	45
12. I. v. d. H.	4.00	0.50	6.00	48
13. H. T.	6.00	0.25	8.00	45
14. H. Z.	8.00	2.00	10.00	34
15. C. v. d. M.	9.00	2.00	> 10.00	32

10 patienten, die 6 en meer m. fluisterstem hadden, hoorden het signaal steeds bij minder dan 40 db.

III. Gemengde vormen.

Patient.	Fluisterstem		Conversa- timestem	Minimum claxonwaar- de in dbs
	zona acuta	zona gravis		
1. H. L.	—	—	0.25	62
2. J. K.	—	—	0.25	69
3. J. H.	—	—	0.50	71
4. v. D.	a.c.	—	0.25	74
5. R. B.	a.c.	0.10	3.50	50
6. H. L.	0.10	0.10	0.10	58
7. S. P.	0.75	0.25	0.75	60
8. v. M.	1.00	—	a.c.	44
9. P. O.	1.00	0.50	2.00	33
10. R. S.	1.50	0.50	> 10.00	50
11. K. S.	2.50	1.25	6.00	30
12. R. K.	3.00	2.00	a.c.	48
13. G. H.	4.00	1.50	2.00	39
14. E. M.	7.00	4.00	5.00	31
15. A. H.	9.00	2.00	6.00	26

10 patienten, met 4 m. en meer fluisterstem, hadden steeds minder dan 40 db minimum claxonwaarde.

Deze proefnemingen geven een bevestiging van de theoretische vermoedens. De volgende conclusies kunnen dus worden getrokken:

1. Bij overwegend discantdooven daalt de drempelwaarde van het claxonlawaai in groote trekken met de toename van het aantal m. fluisterstem voor woorden van de zona gravis, echter met aanmerkelijke individueele verschillen; hetzelfde geldt bij overwegend basdooven ten aanzien van de zona acuta.
2. Bij de gemengde vormen is de drempelwaarde van het claxongeluid in het algemeen weer omgekeerd evenredig met de zona acuta van de fluisterstem.
3. De, met de zona gravis overeenkomende, claxon-drempelwaarden bij de discantdooven zijn niet zonder meer synoniem te stellen met de claxon-drempelwaarden, overeenkomende met de zona acuta bij basdooven.
4. Steeds minder dan 40 db claxon-drempelwaarde hadden:
 - a. discantdooven met gehoor voor de fluisterstem over meer dan 3 m. zona gravis;
 - b. basdooven met gehoor voor de fluisterstem over meer dan 6 m. zona acuta;

- c. gemengde vormen met gehoor voor de fluisterstem over meer dan 4 m. zona acuta.
5. Ten overvloede blijkt, dat er geen constante verhouding tusschen het waarnemen van de fluisterstem en de conversatiespraak is („index vocalis” van Grandenigo), een feit, dat reeds lang bekend is ¹⁾ ²⁾.

De individueele verhoudingen tusschen het aantal meters fluisterstem en de drempelwaarde van het claxongeluid, welke men „index signalis” zou kunnen noemen, is, zooals bleek, evenmin constant, echter, zooals uit punt 4. bleek, kunnen wij wel constateeren, dat, wanneer de fluisterstem over een, in dit punt genoemd, aantal meters kan worden gehoord, de claxon steeds bij minder dan 40 db kan worden waargenomen.

6. Het claxongeluid is gebleken een geluid met een continu spectrum te zijn. Het onderzoek hiermede geeft dus tevens een oordeel over andere lawaaibronnen met continue spectra. Wij mogen derhalve bij benadering aannemen, dat een patient, die in staat is het claxongeluid bij bepaalde sterkte waar te nemen, eveneens in staat is het lawaai van naderende of inhalende trams, c.q. de signalen daarvan, vracht- en andere wagens en de meeste andere in het wegverkeer voorkomende lawaaisoorten waar te nemen; deze lawaaisoorten hebben n.l., zooals verderop behandeld zal worden, ook alle vrijwel een continu spectrum.

§ 4. Over het intensiteitsverloop van het claxongeluid.

Belangrijk is nu de vraag over welke afstand het door de claxon geproduceerde geluid te hooren is en in welke geluidsterkten dit het geval is. Indien wij hier te maken hadden met een theoretische, puntvormige geluidsbron in een homogeen medium, dan zou de geluidsterkte op punten, gelegen op een bepaalde afstand van dit punt, afnemen met het kwadraat van de afstand van dit punt tot de bron. Een eenvoudige berekening zou dus leeren hoe ver een claxon van een bekende sterkte te hooren zou zijn en hoe groot de geluidsterkte op ieder punt

¹⁾ C. E. Benjamins: „Enkele beschouwingen over onderzoek van het gehoor met het gesproken woord.” Ned. Tijdschr. v. Geneesk. 1929. Bd. II. pg. 5359.

²⁾ A. Hiddema: „Over den Index Vocalis”. Diss. Groningen 1928.

tusschen de claxon en dit punt-van-niet-meer-hooren zou moeten zijn. Echter, de claxon is allermintst een puntvormige geluidsbron en het omgevende medium is allermintst homogeen. Verschillende invloeden laten zich gelden, waar het betreft het verloop van het claxongeluid. In de eerste plaats doet het *richtingseffect* ¹⁾ haar invloed gelden. De geluidsgolven van de claxon planten zich niet in alle richtingen even sterk voort, maar staan in hun beloop onder invloed van de schaduwwerking van het claxonlichaam en de trechterwerking van de hoorn. Al naar mate de hoorn langer of korter, het lichaam groter of kleiner is, zal dit effect anders uitvallen.

Het richtingseffect van de claxon wordt, behalve door de bouw van de claxon zelf, bovendien nog beïnvloed door het feit, dat de meeste claxons onder de motorkap zijn ingebouwd en dat al naar de aard en vorm daarvan, de gang van het geluid ook nog wordt gemodificeerd.

Behalve door het richtingseffect van de geluidsbron zelve, wordt de gang der geluidsgolven beïnvloed door *reflexie* en *absorptie* door obstakels, die zij op hun weg tegenkomen. Alnaarmate het medium, hetwelk de geluidsgolven ontmoeten, meer of minder gladwandig is, zal een grotere hoeveelheid geluid worden teruggekaatst, en zoo het meer poreus is, zal een groter gedeelte worden geabsorbeerd. De verschillende soorten wegdek, de bebouwing, beplanting etc. van wegen zal derhalve van invloed zijn op het intensiteitsverloop. Sneeuw heeft, zooals algemeen bekend, een sterk dempende invloed, zooals ook uit Hogewind's ²⁾ proefnemingen blijkt.

De omgeving, waarin het claxon-signaal wordt gegeven, speelt dus evenzeer een groote rol. Evenmin kan de invloed van de wind, vooral op open ruimten, worden onderschat. Deze is daarenboven bij het verrichten van proeven een zeer lastige factor, daar hij zeer wisselend in intensiteit kan zijn en tevens tijdens langere proefnemingen van richting kan veranderen. Wateroppervlakten hebben een sterk terugkaatsend en weinig absorbeërend vermogen, zoodat in de omgeving hiervan het geluid ver zal worden voortgeplant. Labrousse ³⁾ vond in overeen-

¹⁾ K. Trendelenburg: „Klänge und Geräusche” pg. 130 e.v.

²⁾ Hogewind: „Analyse en meting van het dagrumoer”. Diss. Utrecht 1926.

³⁾ M. A. Labrousse: loc. cit. zie pg. 123, noot 2.

stemming hiermede bij zijn onderzoek over de afname van de geluidssterkte van claxons op resp. 20, 15 en 10 m. van de bron, dan ook hogere waarden dan theoretisch te verwachten was, welk verschijnsel hij voornamelijk aan bodemreflexie toeschreef. Daarbij komt, dat niet alle frequenties op dezelfde wijze geabsorbeerd en gereflecteerd zullen worden, zoodat met de afstand ook het spectrum veranderingen zal ondergaan, afhankelijk van de toevallige omgeving. Uit de proefnemingen van Meyer en Willms¹⁾ bleek, dat bij de elektrische hoorns op eenige afstand de luidheid sneller afnam dan bij de balhoorns, wat toegeschreven werd aan het grootere aantal hoge componenten van de elektrische hoorns; deze hoge tonen worden n.l. door hindernissen meer geabsorbeerd dan de lage componenten.

Teneinde zelf een indruk te krijgen over de invloed van het intensiteitsverloop, verrichtten wij de volgende proeven.

a. Subjectieve metingen.

Allereerst werden subjectieve metingen met de geluidsmeter van Barkhausen verricht op een rechte asfaltweg met aan beide zijden tegeltrottoir. Aan de weg stonden geen huizen, maar aan weerszijden bevonden zich weilanden. De metingen werden verricht bij helder weer, terwijl een matige wind met de geluidsbron, die iets terzijde van het midden van de weg werd opgesteld en waarvan het geluid in de lengte van de weg gericht was, meewoei. Als geluidsbron fungeerde een Bosch-claxon. De geluidssterkten hiervan werden nu op resp. 25, 50, 75, 100, 150 en 200 m. gemeten. Daarna werden op dezelfde afstanden waarnemingen gedaan in een luxe auto, waarvan de motor stationair draaide met een geluidssterkte van ± 45 phon. De metingen werden verricht zoowel met open als met gesloten ramen. (In de volgende tabel de cijfers onder I). Daarna werden zij nog eens herhaald op een dag, waarop de windsterkte tegengesteld was aan die bij de eerste waarnemingen, de claxon had toen echter tengevolge van herladen der accu's een grooter vermogen, zoodat uit deze proefnemingen niet direct de invloed van de wind kon worden afgelezen. (In de volgende tabel de cijfers onder II, terwijl onder III een derde reeks proefnemingen wordt vermeld).

¹⁾ Meyer en Willms: loc. cit. zie pg. 123, noot 1.

De vermelde waarden zijn telkens de gemiddelden van drie verschillende metingen, opgegeven in phons.

Tabel I.

Afstand	In open lucht			In auto, ramen open			In auto, ramen dicht		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
25 m	73	94	94	65	71	82	60	64	78
50 m	62	83	86	55	58	66	50	50	63
75 m	57	62	82	50	43	61	43	40	57
100 m	45	50	70	40	35	49	38	35	50
150 m	45	44	55	38	35	48	35	—	48
200 m	37	43	37	35	—	—	30	—	—

Beschouwen we deze uitkomsten, dan blijkt in de eerste plaats al, dat er niet veel terecht komt van de theoretische afname van het geluid met het kwadraat van de afstand, terwijl hier toch de omstandigheden zooveel mogelijk aan de ideale waren aangepast. Voorts bleek, dat de geluidssterkten in de auto met ramen open veel meer verschilden van die in de open lucht gemeten, dan men aanvankelijk zou vermoeden. Twee factoren speelden hierbij een rol:

1e moest thans door buiging om de voorruit het geluid den waarnemer bereiken.

2e maskeerde het motorgeluid van 45 phon gedeeltelijk het claxongeluid.

Wat de onder 1e genoemde oorzaak betreft, het is duidelijk, dat door motorkap en voorruit een belangrijk deel van het geluid wordt teruggekaatst.

Beschouwen wij voorts de getallen bij de proeven I verkregen, dan blijkt, dat het gemiddelde verschil in geluidssterkte gemeten binnen en buiten de auto ruim 6 phon beliep. Werden de raampjes daarbij nog gesloten, dan werd het verschil nog $\pm 4\frac{1}{2}$ phon grooter. Hieruit zou dus blijken, dat een claxon, die op een bepaald punt een geluidssterkte van x db heeft, gemeten in de vrije lucht, nog slechts een waarde van $X - 10$ phon heeft, als hij wordt waargenomen in de auto met de ramen dicht.

Bij de reeks proefnemingen II bleken de verschillen, tusschen de metingen in de openlucht en die in de auto, nog veel grooter te zijn. Tabel II geeft daarvan een overzicht.

Tabel II.

Proefreeks II			
Afstand	Verschil tussehen metingen in:		
	open lucht en auto, (ramen open)	auto (ramen open) en (ramen dicht)	open lucht en auto (ramen dicht)
25 m.	23	7	30
50 m.	25	8	33
75 m.	19	3	22
100 m.	15	—	—
150 m.	9	—	—
200 m.	—	—	—

Hier waren de verschillen tussehen de metingen buiten en binnen de auto, met de ramen gesloten, gemiddeld 25 phon. Het eenige verschil met de proefnemingsreeks I was, dat de windrichting thans anders gericht was. Eigenaardig is echter, dat daardoor de cijfers in de open lucht gemeten niet meer beïnvloed werden.

Het resultaat van deze proefnemingen was dus, dat naar het subjectieve oordeel van den onderzoeker viel te constateeren, dat de geluidsintensiteit van een claxon, zooals reeds op theoretische overwegingen werd vermoed, inderdaad in de practijk op niet geheel regelmatige, en niet met absolute zekerheid te voorspellen wijze, welke wisselt naar plaats en windrichting, afneemt met de afstand. Bovendien kan door het plaatsnemen in een auto, waarvan het eigen geruisch ± 45 phon is, onder bepaalde omstandigheden de geluidssterkte maximaal 25 phon, minimaal 3 phon minder sterk zijn, terwijl het sluiten van de ramen de geluidssterkte nog met maximaal 8 phon, minimaal 2 phon vermindert.

Het bleek voorts, dat een claxon van een sterkte van ± 95 phon, — op 25 m. afstand gemeten, — met eenige tegenwind op een afstand van 200 m., in de buitenlucht nauwelijks boven 't geluid van de omgeving (ruischen van de wind enz. ± 35 phon) is uit te hooren. In de auto gezeten werd de claxon daar niet meer gehoord.

Ten einde na te gaan of een ander terrein, met meer geluids-

absorbeerende qualiteiten als een asphaltweg, en ander verloop van de geluidsafname zou veroorzaken, werd deze nogmaals bepaald op een groot, vrijliggend grasveld met twee claxons van verschillende intensiteit. Telkens werden drie waarnemingen verricht.

De volgende cijfers werden gevonden:

Tabel III.
Claxon A.

Afstand	Geluidssterkte claxon in phons.			Gem.
25 m.	83	86	85	84.6
50 m.	76	76	77	76.3
75 m.	68	69	69	68.6
100 m.	68	66	65	66.3
150 m.	54	52	53	53

Tabel IV.
Claxon B.

Afstand	Geluidssterkte claxon in phons.			Gem.
25 m.	72	73	73	72.6
50 m.	64	63	62	63
75 m.	58	55	56	56.3
100 m.	46	45	45	45.3
125 m.	45	37	42	41
150 m.	sterk wisselend			

Merkwaardig goed komt hierbij uit, het nagenoeg precies gelijk loopen van de afname der geluidssterkte bij de claxon van tabel No. IV, vergeleken met die van de vorige proefreeks I, zoodat dan ook geen essentieel verschil in het verloop der geluidssterkteafname kon worden vastgesteld.

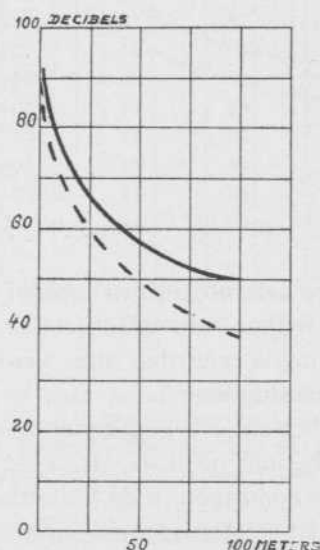
Deze proefnemingen, verricht vlgs. de subjectieve methode, zijn te gering in aantal om gemiddelde cijfers te geven, de bedoeling ervan was ook slechts te constateeren, welke gevallen zich in de practijk voor kunnen doen. Teneinde echter meer concrete getallen te verkrijgen, die een houvast vormen voor het vast-

stellen van normen, wat ten slotte in de bedoeling lag, was het noodig van het groote aantal wisselende factoren tenminste de subjectiviteit van den waarnemer uit te schakelen.

b. Objectieve metingen.

Derhalve werd eerst op het grasveld met de Sound-Level-Meter nogmaals het verloop van de geluidssterkte gemeten, zoo-
wel met tegenwind als met de wind mee.

De volgende curven brengen de resultaten, iets geschematiseerd, in beeld.



Figuur 21.

Op de abscis is de afstand, op de ordinaat de geluidssterkte in dbs afgebeeld. De gesloten lijn geeft de curve, opgemeten met de wind mee, de stippellijn die, opgemeten met tegenwind, aan.

Men ziet uit de curven zeer fraai, hoe met toenemende afstand de wind een grootere rol speelt.

Vervolgens werden metingen verricht op een asfaltweg. De volgende tabel geeft vergelijkende waarden tusschen de objectieve en de subjectieve meetmethoden bij drie verschillende claxons, gemeten in de auto met het raampje aan de zijde van het portier geopend, terwijl de wind matig was en loodrecht

op de richting van de weg. Onder S zijn telkens de waarden met de S.-L.-M. in dbs, onder B die met de Barkhausen in phons opgemeten, vermeld.

Tabel V.

Afstand	Lange Bosch		Kromme Bosch		Hella	
	S	B	S	B	S	B
7 m.	85	85	85	85	85	85
25 m.	83	75	74	77	74	76
50 m.	64	70	67	75	73	70
75 m.	55	65	60	62	56	60
100 m.	53	63	54	60	45	55
125 m.	43	56	47	58	41	50
150 m.	46	49	44	60	40	50
175 m.	42	46	43	52	39	45
200 m.	36	40	41	45	—	32

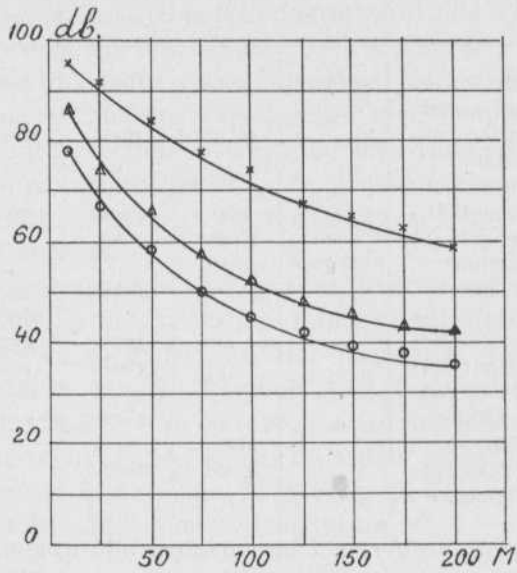
Duidelijk blijkt hoe het subjectieve oordeel van den toevalligen waarnemer af kan wijken van de objectieve waardeering van de S.-L.-M. De vermelde waarden zijn weer telkens gemiddelden van drie waarnemingen.

In de volgende tabel zijn vergelijkende metingen vermeld, op de asfaltweg verricht met de S.-L.-M., weer uitgedrukt in dbs, en wel tusschen waarnemingen in de buitenlucht, in de auto met 1 raam open en met gesloten ramen.

Tabel VI.

Afstand.	Buitenlucht.	1 raam open.	Ramen dicht.
7 m.	94	84	78
25 m.	91	73	67
50 m.	82	66	58
75 m.	77	58	50
100 m.	74	52	45
125 m.	66	46	43
150 m.	64	44	39
175 m.	62	42	38
200 m.	58	41	34

Graphisch vindt men deze verhoudingen in de volgende figuur nog eens uitgedrukt:



Figuur 22.

Op de abscis is weer de afstand in meters, op de ordinaat de luidheid van de claxon in dbs afgezet. De kruisjes duiden de metingen in de buitenlucht, de driehoekjes die in de auto met 1 raam open en de kringen die in de auto met de ramen dicht, aan.

Over de afstand waarover claxons in het algemeen gehoord kunnen worden, geeft ook de volgende staat, welwillend door de Groningsche politie afgestaan, een indruk; hoewel de claxonsterkte hier niet bekend was, waren het toch dagelijks in de praktijk voorkomende claxons. Op 200 m. afstand werden hier 10 van de 14 claxons ook niet of slecht gehoord. Slechts een enkele werd op 300 m. nog goed gehoord, dezelfde die op 400 m. nog, zij 't slecht, kon worden waargenomen.

Tabel VII.

Merk.	Afstand 50 m.	Afstand 100 m.	Afstand 200 m.	Afstand 300 m.	Afstand 400 m.
1. Sparton (electr.) (Ford nieuw)	heel goed	goed	slecht	neen	neen
2. Gurtner (onderdruk)	"	heel goed	goed	slecht	"
3. Gurtner (Stentor) (onderdruk)	"	"	"	"	"
4. Balhoorn (op H.D.)	"	goed	slecht	neen	"
5. Electriscbe (op H.D.)	goed	slecht	neen	"	"
6. Electr. Chevrolet	heel goed	goed	"	"	"
7. Electriscbe Bosch	"	"	slecht	zeer slecht	"
8. Onderdruk (Pontic)	"	"	goed	goed	slecht
9. Electr. Bosch (Opel)	"	"	slecht	neen	neen
10. Electriscbe Citroën	"	"	goed	slecht	"
11. Balhoorn (Willy's)	"	"	slecht	neen	"
12. Electr. (Willy's)	"	slecht	neen	"	"
13. Luchtdr. (Diamont)	"	goed	slecht	"	"
14. Electr. (Diamont)	"	"	neen	"	"

De metingen zijn verricht op verschillende wegen, bij donker weer, middelmatig verkeer, terwijl er geen opvallend krachtige wind woei.

§ 5. *Over het den chauffeur omgevende geluid.*

Het geluid, dat den chauffeur omgeeft en hem door zijn aanwezigheid meer of minder kan verhinderen verkeerssignalen van acustische aard te onderkennen, heeft twee bronnen van oorsprong en wel is het in de eerste plaats afkomstig van de wagen zelf, in de tweede plaats ontstaat het uit het straatverkeer. Beide zijn twee zeer in intensiteit wisselende grootheden; het eigen geluid van motorvoertuigen hangt uiteraard af van het type wagen en de snelheid, de lading etc. waarmee men rijdt, terwijl het verkeerslawaaï wisselt naar plaats en uur.

Beschouwen wij deze lawaaibronnen eens nader.

1. *Lawaai afhankelijk van de voertuigen zelf.*

a. *Lawaai sterkte.*

Behalve van soort (luce- of vrachtauto, autobus, open of gesloten wagen), type, ouderdom en andere eigenschappen van de wagen hangt het, door motor en rammelende onderdeelen, als-

mede door de luchtverplaatsing ontstane lawaai, tevens in hooge mate af van de snelheid, waarmede wordt gereden, alsmede van de aard der bestrating waarover het voertuig zich voortbeweegt.

Birkholz ¹⁾ onderscheidde reeds verschillende typen wagens naar de hoeveelheid lawaai die zij produceerden. In gesloten carrosserieën klinkt het eigen motorgeluid veel meer door dan in de open wagens. Metalen carrosserieën kunnen onder bepaalde omstandigheden met het motorgeluid mee resoneeren. Volgens hem zijn de motorgeruischen in de groote verkeersautobussen bijzonder sterk, evenals in de vrachtauto's, hetgeen overigens ook vanzelf spreekt.

Wagner ²⁾ verzamelde meer gespecificeerde gegevens over de sterkte van het lawaai, veroorzaakt door verschillende typen van automobielen en motorfietsen. Het bleek, dat van de laatste categorie 13.6 % van 75—80 phon, 48.5 % geluidssterkten van 80—85 phon, 26.5 % van 85—90, 7.6 % van 90—95 en 2.3 % van 95—100 phon produceerden. De auto's gaven in 5.6 % van 65—75 phon, in 66.6 % van 70—75, in 20.4 % van 75—80 en voor de rest 80—100 phon lawaaierkte.

Teneinde een indruk te krijgen over de geluidssterkte van het lawaai in de wagen, werden door mij metingen met de Sound-Level-Meter in een aantal verschillende vehikels verricht. De aangegeven waarden zijn telkens maxima van geluidssterkte.

Tabel VIII.

Wagen		Geluidssterkte
1. <i>Diamond Truck</i> (leeg).		
Rijden over asfalt	30 k.m.	96 db
" "	50 "	100 "
over keien	30 "	100 "
slechte keiweg	30 "	104 "
(enkele plaatsen)		106 "
Staan met loopende motor		87 "
Optrekken 1e versnelling		96 "
De eigen claxon werd zeer goed gehoord, gaf echter geen verhooging v.h. intensiteitsniveau van de meter.		

¹⁾ Birkholz: loc. cit. zie pg. 43, noot 1.

²⁾ Geciteerd naar Trendelenburg: „Klänge und Geräusche”, pg. 136, fig. 105.

Wagen	Geluidssterkte
2. <i>Gemeente-autobus.</i>	
aanzetten motor	88 db
rijden asfalt	90 „
op enkele plaatsen	96 „
Eigen claxon goed gehoord, geen merkbare toename van het niveau.	
3. <i>Gemeente Trolleybus.</i>	
aanzetten	84 „
rijden asfalt	94 „
sommige plaatsen	90 „
Claxon als bij 1 en 2.	
4. <i>Taxi.</i>	
Stilstaan met draaiende motor . .	69 „
langzaam rijden op brug . . .	79 „
asfalt, gewone gang	88 „
gewone gang over keien	92 „
5. <i>Renault 1934.</i>	
asfalt, gewone gang	89—91 „
optrekken	98 „
eigen claxon tijdens 't rijden . .	92 „
6. <i>Autobus.</i>	
in de stad	98 „
op buitenweg 50 k.m.	102 „
7. <i>Autobus.</i>	
op buitenweg 40 k.m.	92 „
8. <i>Auburn (1934).</i>	
rijden (asfalt) 50 k.m.	86—88 „
9. <i>Ford 1931.</i>	
overschakelen van 2e—3e versn. .	96 „
rijden met 60 k.m.	102 „
10. <i>Buick 1934.</i>	
kalme gang, asfalt	70 „
80 k.m. vaart, klinkerweg . . .	94 „

Uit bovenstaande metingen blijkt dus wel, dat het lawaai in rijdende auto's een aanzienlijke sterkte kan bereiken en men dus zeker met luidheden, die zich tusschen 70 en 100 db bevinden, rekening moet houden. Daarbij zij er met nadruk op gewezen, dat deze geluidssterkten niet constant aanwezig zijn,

maar dat op grillige wijze toppen gevormd worden, waartusschen zich intensiteitsdalen bevinden. Deze dalen spelen waarschijnlijk een groote rol bij het waarnemen van geluiden, die niet tot het door de wagen geproduceerde lawaai behooren.

b. Spectrale samenstelling van het lawaai.

Bij eenvoudige analyse van het lawaai met het ongewapend oor treft ons de groote frequentie-verscheidenheid van de samenstelling daarvan, welke samenstelling evenals de intensiteit naar het type van de wagen, de snelheid, de weg en de weersomstandigheden varieert.

Wat het type betreft, het zijn meestal de vrachtwagens, die de grootste verscheidenheid van lawaai opleveren, naast allerlei geruischen en klanken produceeren zij tevens knallen en toonmengsels van de meest uiteenlopende aard. Labrousse ¹⁾ zegt dan ook: „la nature de ces bruits varie beaucoup avec le camion, suivant son chargement, sa vitesse, l'état de sa carrosserie et de ses diverses organes, la nature de la route etc.”

Men neemt daarbij het motorlawaai meestal waar als een vrij muzikaal geluid, van overwegend laag karakter; in sommige gevallen kan men opmerken, dat bij het rijden op de lagere versnellingen muzikale geluiden met een hooger gelegen component domineeren, gelegen bij ca. 600—800 Hz. en ook hogere componenten van 2000 en meer Hz.: het z.g. „zingen”, een geluid afkomstig van de tandwielen.

Hooge componenten van het lawaai vinden hun ontstaan in resoneerende metalen deelen, hetzij van de carrosserie, hetzij van de lading; een typisch hoog gelegen geluid ontstaat door het contact van de banden met een nat wegdeel, en ook het geruisch van de wind, dat aanmerkelijke intensiteiten kan bereiken, heeft meestal een hooge toonaard. In autobussen wordt een wezenlijk bestanddeel van het inwendige lawaai veroorzaakt door de conversatie, welke ten gevolge van het aanwezige storende lawaai op luide toon gevoerd wordt, en dus bestaat uit frequenties van de spraakzone.

Hogewind ²⁾ heeft zich reeds in 1926 bezig gehouden met de

¹⁾ Labrousse: loc. cit. zie pg. 123, noot 2.

²⁾ Hogewind: „Analyse en meting van het dagrumoer”. Proefschrift Utrecht 1926.

analyse van het lawaai, geproduceerd door verschillende wagens. Door vergelijking met stemvorken bepaalde hij de meest op de voorgrond tredende tonen van voorbijrijdende vrachtauto's en vond hiervoor de volgende waarden:

vrachtauto's	C, E en D	(ca. 64, 81, 72 Hz.)
autohoorns	e, d, a en e	(ca. 325, 290, 435, 129 Hz.)
vrachtwagens	Gis en B	(ca. 205 en 122 Hz.)

Uit de gevonden waarden van de hoorns blijkt, dat hij voornamelijk de grondtonen bepaalde, wat, gezien de eerder beschreven analyses, niet altijd de sterkste componenten zijn.

Een gedeelte van het lawaai wordt veroorzaakt door het uitlaatgeruisch, dat door U. Schmidt¹⁾ nader is onderzocht. In het spectrum van dit geruisch treden duidelijk twee zones op van sterke componenten en wel van $\pm 100-500$ en van $\pm 3000-9000$ Hz. Meyer en Willms²⁾ schrijven, dat het uitlaatgeluid bestaat uit een meer of minder snelle opeenvolging van korte knalimpulsen.

Graf-Soden³⁾ onderzocht het tandwielgeruisch. Het blijkt, dat, zelfs bij de nauwkeurigste constructie daarvan, vaak het z.g. „zingen” nog optreedt. De frequentie van dit geruisch is afhankelijk van het aantal tanden per tandwiel en de omlooptijd per sec. daarvan. Sterke componenten kunnen optreden tusschen 1500—2000 en bij 4000 trillingen.

Het blijkt dus, dat het lawaai, veroorzaakt door een rijdende auto, een zeer complex beeld vertoont, dat een groot gedeelte van het hoorbare frequentiespectrum beslaat. Het was dus, zooals reeds eerder opgemerkt werd, logisch bij onze proeven gebruik te maken van een geruisch, dat eveneens een dergelijk uitgebreid spectrum vertoonde.

II. *Lawaai van het verkeer afkomstig.*

a. *Sterkte van dit lawaai.*

Over de sterkte van het door het verkeer ontketende lawaai zijn reeds in een vroeg stadium der wetenschappelijke geluids-

¹⁾ U. Schmidt: „Das Auspuffgeräusch von Verbrennungsmotoren.” Diss. Berlin 1932.

²⁾ Meyer en Willms: loc. cit. zie pg. 123, noot 1.

³⁾ Geciteerd naar Trendelenburg op. cit. pg. 147.

intensiteitsmeting, waarnemingen verricht, speciaal met het oogmerk van lawaaibestrijding in de groote steden.

In New York, wellicht de lawaaiigste stad op aarde, werd door de reeds genoemde antilawaai-commissie, een reizend geluidslaboratorium ingericht, dat op vele kruistochten door de stad een schat van gegevens verzamelde over 't daar heerschende straatlawaai ¹⁾. Men maakte gebruik, zoowel van een subjectieve geluidsmeter — werkende volgens het maskeeringseffect-systeem — als van een objectieve meter. Het meten met beide methoden heeft in deze gevallen groote voordeelen. Immers met een subjectieve methode is het vaak zeer moeilijk, zoo niet onmogelijk, kort durende, explosieve geluiden te meten, wat met een objectieve methode met haar korte insteltijd zeer goed mogelijk is. Anderszins is echter een objectieve geluidsmeter slechts een apparaat, dat de totale geluidsstrekte van al het aanwezige geluid, de veldsterkte dus, aangeeft. Als b.v. ergens een lawaai van de sterkte van 80 db heerscht en er klinkt een claxongeluid door van de waarde van 60 db, dan zal ons oor dit zeer goed kunnen waarnemen en waardeeren; de objectieve meter echter geeft nauwelijks een waarneembare toename van geluidsstrekte aan.

De New Yorksche commissie verrichtte waarnemingen op zeer vele punten van de stad. Over perioden van tien minuten werden aflezingen gedaan en wel 3 à 4 per minuut. Van de aflezingen werden dan gemiddelden bepaald en deze werden als waarde voor het ter plaatse heerschende geluidsstrekte-niveau aangenomen.

Deze gemiddelden liepen in New York van 46.5 db—81 db. Het laagst gemeten minimum was daarbij 43 db, het hoogste maximum 88.5 db.

Bakos en Kagan ²⁾ doen mededeeling van metingen verricht te Berlijn. Ook zij gingen zoowel met de objectieve als met de subjectieve methode te werk. Gedurende 24 uur werden metingen verricht op de Potsdamer Platz. Het bleek, dat, objectief gemeten, het geluidsniveau gemiddeld de volgende waarde had:

¹⁾ Gegevens te vinden in „City Noise”, zie pg. 91.

²⁾ Bakos et Kagan: „Mesures de Bruits”. Ann. des Post. T. T. 23e Année No. 2. Février 1934.

te 2 uur	obj. gemeten	60 db	gemeten vlg. maskeerings-	43 db
4	„	55 „	methode	38 „
6	„	63 „		42 „
8	„	69 „		51 „
10	„	70 „		55 „
12	„	68 „		59 „
14	„	72 „		57 „
16	„	69 „		57 „
18	„	69 „		60 „
20	„	69 „		58 „
22	„	65 „		46 „
24	„	62 „		48 „

De verschillen tusschen beide meetmethoden bedroegen 12 tot 15 decibels. De uurgemiddelden ontstonden, doordat per uur 20 metingen werden verricht, steeds gedurende 1 minuut. Van deze 20 metingen werd het gemiddelde als uurgemiddelde aangenomen.

Kösters, Bierreth en Kemper¹⁾ legden van een deel van Berlijn een „luidheidskaart” aan, waarin verschillende straten naar hun rumoerigheid werden ingedeeld in 7 klassen. De metingen hadden op werkdagen plaats tusschen 9.30 en 15.30 uur, zoodat de abnormale sterkten, ontstaan bij het begin en einde van de arbeidstijden, niet mee werden gerekend; verder werd alleen gemeten bij windstilte en droog weer. De volgende indeeling werd verkregen:

Luidheidssterkten van verschillende straten:

1. 50—54 phon
2. 54—59 „
3. 60—64 „
4. 65—69 „
5. 70—74 „
6. 75—79 „
7. 80—84 „

¹⁾ Kösters, Bierreth und Kemper: „Lautstärkenkarte eines Berliner Stadtbezirkes”. Akust. Zeitschr. V. Heft III Jg. Sept. 1938, pg. 310 e.v.

Bakos en Kagan maten ook de luidheid van afzonderlijke componenten van het straatlawaai:

paard en wagen	64 db	
toeristenauto	64 db	
tram	68 db	gemeten op 8 à 10 m.
autohoorn	72 db	afst. v. d. geluidsbron.
motorfiets, knalpot, type A	75 db	
underground	80 db	
motorfiets, knalpot, type B	89 db	
electrische claxon	92 db	
motorfiets open knalpot	102 db	

Wij verrichtten een aantal objectieve metingen in het vrij wat rustiger Groningen:

Straatlawaai Groote Markt 12 uur 's nachts,

mits geen motorisch of tramverkeer	40 db	
Landweg aan de rand v. d. stad overdag	42 „	
Buitenwijk overdag	48 „	
Rustige straat bij centrum overdag	54 „	
Zuiderdiep—Heerestraat 4 uur	78 „	
Tusschen beide markten 4 uur n.m.	min. 65 „	} gem. 75 db
	max. 85 „	
Vischmarkt	min. 62 „	} gem. 71 db
	max. 80 „	

De hoge toppen zijn afhankelijk van voorbijrijdende auto's en paard-en-wagens. Deze laatste halen 70 db op asfalt, bij overgang op klinkers komen er ongeveer 8 à 10 db bij.

Gegevens omtrent het lawaai van voorbijrijdende motorfietsen en auto's vindt men in de volgende tabel, welke cijfers te Groningen, mede onder auspiciën van het Anti-Lawaai Comité, zijn opgemeten. Hierbij dient echter opgemerkt te worden, dat deze cijfers gemeten zijn onder de omstandigheden die de wet voorschrijft ¹⁾, d.w.z. op 7 m. uit het midden van de rijweg op een vrije ruimte. Tevens zijn hierin gegevens opgenomen over de sterkte van uitlaatlawaai, op 20 m. afstand gemeten. Men kan aannemen, dat in een smalle straat, waarin het geluid sterk gereflecteerd wordt, het lawaai veel groter zal zijn.

¹⁾ Motor- en Rijwielbeschikking. Art. 38 *septies*, 3.

Tabel IX.

VOERTUIG	Aantal db rijdend op 7 m. afst. v. 't midden v.d. rijweg	Aantal db stilstaand 20 m. achter uitlaat.
D.K.W.	85	70
motor D.K.W.	83/85	85
motor Ariel	74	85
motor Velocette	86	90
Eysink	94	86
Eysink	76	73/77
Franciss Burreth	90	86
— — —	83	77
J.L.O.	83	70
3 wielige bakfiets	85	85
3 wielige bakfiets	84	83
auto Ford	87	82
3 wielige bakfiets Eysink	90	87
3 wielige bakfiets Veen		80
Triumph	91	92
3 wielige bakfiets Veen	84	82
Ariel	91	91
Sparta		77
T.W.M.	82	85
3 wielige Juncker	83	79
Gazelle	85	80
D.K.W.	78	78
Ardie	85	79
Imperial	84	83
Triumph	79	80
Sparta	83	83
Veen	83	85
Gazelle	87	85
Juncker	85	79
Veen	83	76
Triumph	90	85
Sparta	84	73
Couvrier	83	90
Juncker	85	79
Imperial	85	83
Juncker	80	76
Brennabor	80	76
Eysink	82	73
Gazelle	83	80
3 wielige Veen	84	82

b. Spectrale samenstelling van het straatlawaaï:

Zoo goed als het intensiteitsniveau wordt ook de spectrale samenstelling van het verkeerslawaaï opgebouwd uit de frequenties, die eigen zijn aan de afzonderlijke componenten daarvan, d.w.z. het lawaaï van rijdende auto's, trams, motorfietsen, vrachtwagens, fietsers en hun diverse geluidssignalen, voorts van menselijke stemmen: praten, lachen, schreeuwen, uitroepen, verder door animale geluiden etc. Deze elementen wisselen daarbij voortdurend in intensiteit, daardoor dus steeds een ander aspect aan het spectrum gevend.

Bezien we de samenstellende componenten apart, dan hebben we de aard van de belangrijkste daarvan, het lawaaï van de rijdende motorvoertuigen en van de menselijke stemmen, reeds leeren kennen. Alle geluidsvormen, muzikale zoowel als onmuzikale komen er derhalve in voor. Door combinatie, zweving, maskeering van de componenten onderling, door absorptie en reflexie van de elementen in hun contact met de omgeving, resulteert tenslotte een zeer ingewikkeld beeld, dat echter zonder twijfel een continu spectrum oplevert.

Hogewind¹⁾ heeft een aantal pogingen gedaan het karakter van het straatrumoer nader te leeren kennen. Met onbewapend oor onderscheidde hij behalve het incidenteele, sterk opvallende geluid van passeerende voertuigen en stemmen van voorbijgangers, nog een voortdurend geruisch van onbestemde aard, dat weinig in intensiteit wisselt, een soort van geluidsachtergrond dus. Een eigenaardigheid van dit geruisch is, dat het een vrij constante hoogte bezit, welke in verschillende straten verschillend is en wel in nauwere straten hoger dan in breedte. Hij vermoedt, dat de straat werkt als een soort resonator, die het uit de verte komend geruisch versterkt weergeeft, met een bepaalde toonhoogte. Te Utrecht kon hij dit geruisch door vergelijking met stemvorken vaststellen voor het raam van het Physiol. Lab. op $\pm a^1$.

Hij onderzocht nu ook het straatrumoer met een reeks Edelmann'sche resonatoren, die een analyse van C_1 tot a^3 mogelijk maakten. Het bleek nu, dat in deze reeks twee zones voorkwamen, waarin de sterkste resonantie optrad, n.l. van B_1 tot G (ca. 61—96 Hz.) en van c^2 tot g^2 (ca. 517—775 Hz.). Deze lage zone komt goed overeen met de door hem met stem-

¹⁾ Hogewind: op. cit. zie pg. 145, noot 2.

vorken eveneens bepaalde tonen, voorkomende in het geluid van karren, auto's en vrachtwagens. De hoge zone, die zich naar beneden toe nog in minder sterke mate tot gis^1 (410 Hz.), naar boven toe nog tot ais^2 (921 Hz.) uitstrekt, komt vrij goed overeen met de spraakzone van Schmiegelow. Daar volgens Auerbach de absolute versterking der vocalen ook in deze zone is gelegen, concludeert Hoge wind, dat deze zone voornamelijk ontstaat door menselijk stemrumoer, in combinatie natuurlijk met in dezelfde zone gelegen tonen van de andere, het verkeersrumoer samenstellende, factoren.

Eveneens bepaalde hij het rumoer nog met een reeks schelpen, die niet, zoals de resonatoren, een enkele toon versterken, maar geruischen. Iedere schelp heeft desondanks een zekere eigentoon, die voornamelijk, meer nog dan de andere, wordt versterkt. Daar geen schelpen met zeer lage eigen tonen beschikbaar waren, was het niet mogelijk de allerlaagste zone te bepalen. De geheele onderzochte zone liep van dis (ca. 154 Hz.) tot f^3 (ca. 1381 Hz.). De grootste versterking werd gevonden van f^1 (ca. 355 Hz.)— e^3 (ca. 1303 Hz.).

Het lawaai waarin de chauffeur van een motorrijtuig zich bevindt kan dus van de meest wisselende intensiteit en toonhoogte zijn, zoowel afhankelijk van het eigen geluid van zijn wagen als van het verkeer van de weg waarop hij rijdt. De intensiteit van het lawaai, dat van de weg af tot hem doordringt, is bovendien nog in zekere mate afhankelijk van het feit of hij zich in een open of een gesloten wagen of cabine bevindt.

In hoeverre werkt nu deze geluidshoeveelheid storend op hem in, waar het betreft het waarnemen van voor hem belangrijke signalen of geluiden?

In de eerste plaats zij opgemerkt, dat het omgevende geluid van oogenblik tot oogenblik wisselt in sterkte, zoodat, mocht er al op een bepaald moment een zoodanige geluidsintensiteit heerschen, dat alle signalen gemaskeerd werden, deze toch een volgend oogenblik wel gehoord zouden kunnen worden. Daarbij komt echter als een nog belangrijker factor het groote verschil in toonqualiteit van de diverse geluiden. Hierdoor is het mogelijk, dat een vrachtwagen-chauffeur, wiens wagen over de honderd db produceert, zijn claxon, die minder db lawaaisterkte het luchtruim inslingert, toch goed waarneemt en evenzoo de zich op grotere afstand bevindende claxons van andere wagens kan hooren. Dit alles gaat echter slechts tot aan zekere grenzen. In het hoofdstuk V wordt deze verhouding nader bestudeerd.

HOOFDSTUK V.

"Affording a beautiful illustration of the fact that one sonorous sensation may overcome and obliterate another."

A. M. Mayer.

§ 1. *Over het maskeeringseffect.* — § 2. *De invloed van de gebruikte lawaaibronnen op het gehoor van normalen en slechthoorenden.* — a. *De invloed van de storing op het toongehoor.* b. *De invloed op het signaalgehoor.* — § 3. *Over de Paracusis Willisii.* — § 4. *Over de eischen aan het gehoor van chauffeurs te stellen.*

§ 1. *Over het maskeeringseffect.*

In de vorige hoofdstukken is er reeds met nadruk op gewezen, dat een eenvoudig gehooronderzoek, zooals dit meestal in geluidsarme omgeving bij het klinische onderzoek in zwang is, daarom niet aan de practijk is aangepast, omdat de chauffeur zijn werk nu eenmaal niet in geluidsarme omgeving maar juist in een min of meer geluidsrijke verricht. Dit klemmt des te meer, waar het hooren in lawaai een zeer verschillende beteekenis heeft, al naar de aard der slechthoorendheid waarmee men heeft te doen. In hoofdstuk II werd reeds op deze verschijnselen gewezen. Het bleek, dat er bepaalde vormen van slechthoorendheid zijn, waarbij de dooven, althans schijnbaar, in lawaai beter hooren dan de normaal-hoorenden (paracusis Willisii) en tevens, dat bepaalde vormen van slechthoorendheid tot minder goed hooren in lawaairijke omgeving aanleiding zijn (baryacusis).

Nadat wij nu de wenschelijkheid van het onderzoek in lawaai hebben ingezien, komen wij tot de vraag, wat er eigenlijk plaats heeft wanneer in lawaairijke omgeving wordt gehoord, of wanneer met andere woorden, twee geluidsbronnen tegelijkertijd op ons inwerken.

Dit probleem is in zijn meer algemeene beteekenis slechts een onderdeel van het ruimere algemeen psychologische vraagstuk, hoe verschillende zintuigprikkels, die tegelijkertijd worden waargenomen, elkander beïnvloeden.

Heymans¹⁾ stelde reeds in 1899 de algemeen geldende wet

¹⁾ Heymans: „Untersuchungen über Psychische Hemmung." Ges. kleinere Schriften. Dl. II. pg. 72 e.v.

op, dat een bewustzijnsinhoud, door het gelijktijdig aanwezig zijn van een andere bewustzijnsinhoud, aan intensiteit verliest, dus of verzwakt, of volledig uit het bewustzijn gebannen wordt. Reeds van oudsher is het bekend, dat zintuigindrukken door andere van gelijke modaliteit kunnen worden verdrongen; reeds Hippocrates beschreef, dat van twee op verschillende plaatsen van het lichaam inwerkende pijnen, de sterkere de zwakkere onder bepaalde omstandigheden volledig onbemerikbaar maakt. Dit verschijnsel, waarbij de eene prikkel door zijn aanwezigheid de waarneming van de andere verhindert en dat op alle zintuiggebieden kan worden waargenomen, werd door Heymans *psychische remming* genoemd.

Hoe de remmende en de geremde indrukken op elkaar inwerken, hangt af van hun intensiteiten, de richting van de willekeurige opmerkzaamheid en hun emotieve waarde. Groote intensiteit en krachtige emotieve werking van een bepaalde prikkel werken de remming daarvan tegen, vooral als de aandachtsrichting er sterk op gevestigd is.

Heymans ging nu in de eerste plaats na in hoeverre de remmende werking van een prikkel afhangt van zijn intensiteit, daartoe bepaalde hij de verhooging van de drempelwaarde van de te remmen prikkel, noodig gemaakt door de remmende factor. Zoo bepaalde hij voor een zekere gevoelsqualiteit eerst de eenvoudige drempelwaarde, daarna werd deze nog eens vastgesteld bij inwerking van de remmende factor in verschillende intensiteiten.

De remmende factor werd de actieve prikkel, de geremde de passieve prikkel genoemd.

Deze proeven werden nu uitgevoerd voor verschillende zintuiggebieden, zoo voor de kleurwaarneming, smaakwaarneming, geluidswaarneming en drukwaarneming.

Het bleek nu, dat de remmende werking van de actieve prikkel proportioneel toenam met haar sterkte.

Wat het geluid betreft, kwam door de onderzoeken van Heymans dus vast te staan, dat de remmende werking van het eene geluid op de waarneming van het andere proportioneel toeneemt met zijn sterkte.

Waren de onderzoeken van Heymans van groot belang om het algemeen verband en de psychologische ondergrond van deze verschijnselen aan het licht te brengen, van directe gevolgen voor de acustiek waren zij niet.

Maar direct op acustisch terrein waren reeds eerder onderzoeken verricht door A. M. Mayer in 1876 ¹⁾).

¹⁾ Alfred M. Mayer: „Researches in Acoustics”. Philosophical Magazine, Vol. II fifth Series, July-December 1876, p. 500 e.v.

Het was hem gebleken, dat indien twee geluiden tegelijkertijd op het oor vielen, de waarneming van het minder krachtige en hooger in frequentie zijnde geluid (van een stemvork) door het sterkere en lagere geluid (van een open orgelpijp) werd teniet gedaan.

Tevens vond Mayer bij zijn experimenten met stemvorken, dat een geluid, dat weliswaar sterker in intensiteit is, maar hooger in frequentie, niet in staat is de waarneming van een weliswaar zwakker, maar lager geluid te verhinderen.

De experimenten van Mayer waren alleen kwalitatief. In 1924 kwamen R. L. Wegel en C. E. Lane¹⁾ met nieuwe onderzoeken over deze fenomenen, en thans ook werden quantitative data gevonden.

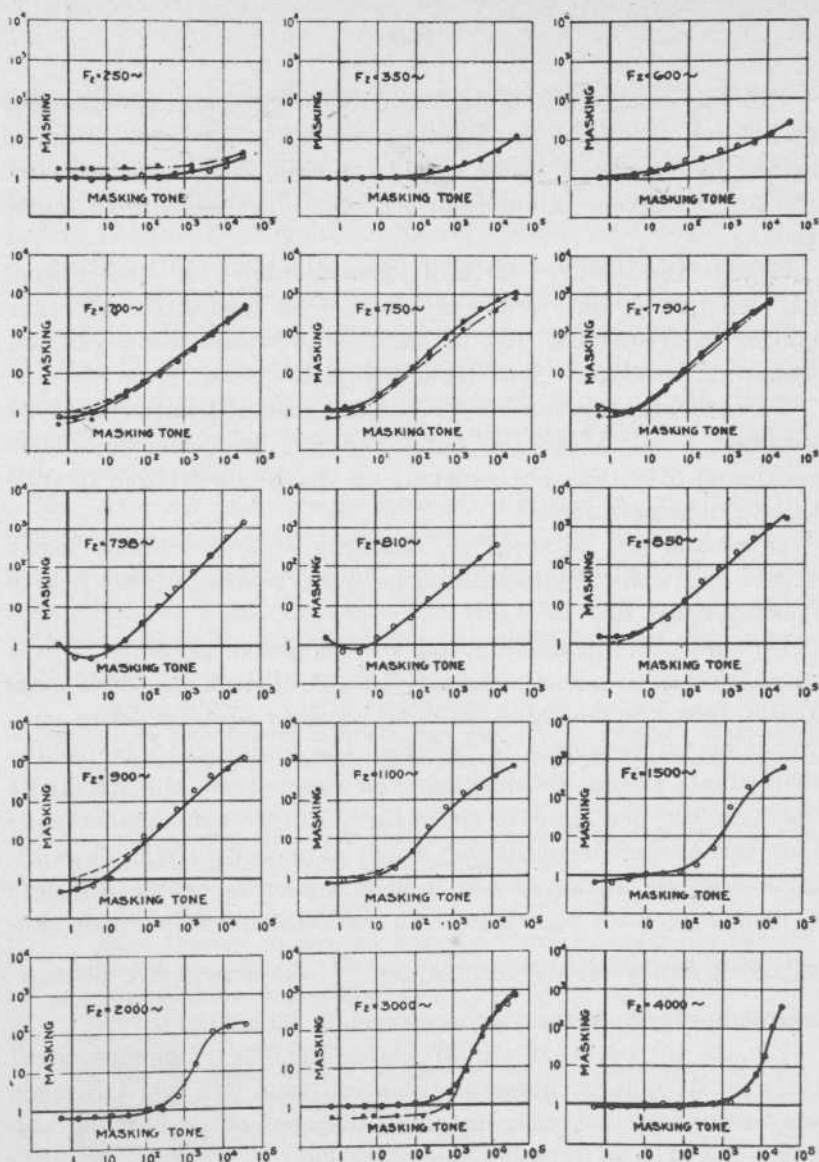
In plaats van het begrip „remming” van Heymans, wiens arbeid hun wellicht onbekend is geweest, voerden zij het begrip „maskeering” in.

De mate van maskeering, maskeeringsgraad genaamd, wordt uitgedrukt in de verhouding van die geluidsdruk van de te maskeeren toon, die noodig is om hem, wanneer hij ongestoord aanwezig is, tot perceptie te brengen (de minimum perceptibiele druk dus), en die geluidsdruk van dezen toon, die noodig is om hem tot perceptie te brengen, wanneer een maskeerende toon tevens aan hetzelfde oor wordt aangeboden. Was de minimum audibele druk van een toon dus p en is het noodig deze te doen stijgen tot p_2 , wanneer de maskeerende toon wordt aangeboden, dan geeft de verhouding $\frac{p_2}{p_1}$ klaarblijkelijk de maskeerende werking van de maskeerende toon aan.

Fig. 23, uit het werk van Wegel en Lane overgenomen, geeft nu weer de maskeeringsgraad van een toon van 800 trillingen in verhouding tot zijn sterkte, uitgeoefend op tonen van 250—4000 Hz. in verschillende sterkten.

In deze figuren is dus de maskeeringsgraad, zooals deze reeds werd gedefinieerd als een functie van de intensiteit van de toon van 800 trillingen, weergegeven.

¹⁾ R. L. Wegel and C. 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. Vol. 23 second series January-June, 1924.



Figuur 23.

In de figuren zijn op de abscissen steeds de intensiteiten van de toon van 800 Hz. uitgezet, terwijl op de ordinaten die sterkten van de gemaskeerde tonen (F_2) worden aangegeekend, die noodig zijn om deze tonen bij de aanwezigheid van de toon van 800 Hz. tot waarneming te brengen. De snijpunten van lijnen, opgericht loodrecht op de abscis, en aangevend de intensiteit van de toon van 800 trillingen, met lijnen die de overeenkomstige sterkte van de te maskeeren toon aangeven en welke loodrecht op de ordinaat zijn opgericht, worden verbonden tot een curve, welke dus de maskeeringsgraad voorstelt. Verloopt deze curve vlakker, dan is de maskeerende werking van de toon van 800 Hz. dus geringer, verloopt zij steiler, dan is deze invloed grooter.

Het blijkt, dat in groote trekken Mayer's waarnemingen uitkomen. Is toch de gemaskeerde toon lager dan 800 trillingen, dan is de maskeeringsgraad van deze laatste gering, pas bij sterke intensiteiten neemt deze toe. Naarmate de gemaskeerde toon in frequentie hooger wordt, wordt de maskeeringsgraad van de toon van 800 Hz. sterker. Heeft de te maskeeren toon een hogere frequentie dan 800 Hz., dan treedt pas bij een bepaalde intensiteit van deze laatste een maskeerend effect op, neemt dan echter ook snel in sterkte toe.

Men ziet hieruit dus, dat Heymans' wet van de proportionaliteit tusschen de remmende werking en de sterkte van de remmende prikkel niet algemeen opgaat, wel echter als de maskeerende en de te maskeeren toon in frequentie niet te veel verschillen.

In het algemeen is het maskeeringseffect grooter als de tonen dicht bij elkaar zijn gelegen; de curves naderen dan rechte lijnen onder een hoek van 45° .

Ligt voorts de gemaskeerde toon aanmerkelijk hooger dan de maskeerende, dan treedt een sterke maskeering op, echter slechts bij zeer groote intensiteiten.

Indien twee zuivere tonen zoo dicht bij elkaar zijn gelegen, dat er zwevingen ontstaan, verkrijgt men maskeeringscurven, die niet precies dezelfde beteekenis hebben als die, welke ontstaan als de frequenties verder uit elkaar liggen. Immers, indien twee tonen zweven, klinkt het resulterende geluid, afhankelijk van de phase waarin beide geluidsbronnen zich bevinden, afwisselend sterker en zwakker. Het kan dus zijn, dat, wanneer twee tonen, die beide afzonderlijk een sterkte hebben die onder het minimum audible is gelegen, samen zweven, de resultante afwisselend wel en niet gehoord wordt. Bezieet men nu de curven van Wegel en Lane, waarbij F_2 een waarde van resp. 798 en 810 Hz. heeft, dan ziet men deze storingslijnen bij de lage intensiteiten een daling maken, die men dus kan verklaren, doordat de beide tonen, ieder onder hun afzonderlijke waarnemingsdrempel liggend, elkaar periodisch versterken, zoodat dus afwisselend de gemaskeerde toon wel en niet wordt waargenomen. Eigenlijk is hier dus niet opgeteekend de constante minimum perceptibile waarde van F_2 bij de betrokken sterkte van de toon van 800 Hz., maar de minimum perceptibile *fluctuatie*, zooals Wegel en Lane dit verschijnsel betitelen.

Wat betreft de vrij plotselinge stijging in de curven van tonen, waarbij de gemaskeerde toon hooger van frequentie is dan de maskeerende, dit verschijnsel wordt door Wegel en Lane toegeschreven aan het optreden van combinatietonen.

Wanneer twee muzikale tonen van verschillende hoogte tegelijkertijd worden opgewekt, hoort men behalve deze tonen ook nog de z.g. combinatietonen en wel de door Sorge en Tartini beschreven differentietonen, welke gekarakteriseerd worden, doordat hun trillingsgetallen gelijk zijn aan de verschillen van de beide primaire tonen, en de door v. Helmholtz ontdekte summatietonen, waarvan de frequenties gelijk zijn aan de som van de primaire tonen¹⁾. Op het ontstaan van deze combinatietonen kan hier niet worden ingegaan.

Het is duidelijk, dat, wanneer combinatietonen in het spel zijn, andere storingsverhoudingen optreden. De verschiltoon n.l. zal lager zijn dan de eigenlijke te maskeeren toon en dus een steilere maskeeringskromme vertoonen, dan deze oorspronkelijke primaire toon. De plotselinge stijging in deze curven kan dus worden gelezen als de storingscurve tusschen de maskeerende toon en de verschiltoon van de maskeerende toon en de te maskeeren toon.

Indien een sterke maskeeringsgraad optreedt moet de gemaskeerde toon sterk in intensiteit worden opgevoerd om het minimum perceptibile te overschrijden. De schrijvers veronderstellen nu, dat bij deze intensiteiten de gemaskeerde toon door beengleiding naar het andere oor wordt geleid en daar tot perceptie komt, terwijl hij nog in het eerste oor wordt gemaskeerd.

Zij vatten dus het maskeeringseffect niet op als een psychisch remmingsverschijnsel, maar als een phenomeen, dat afhankelijk is van de perifere organen.

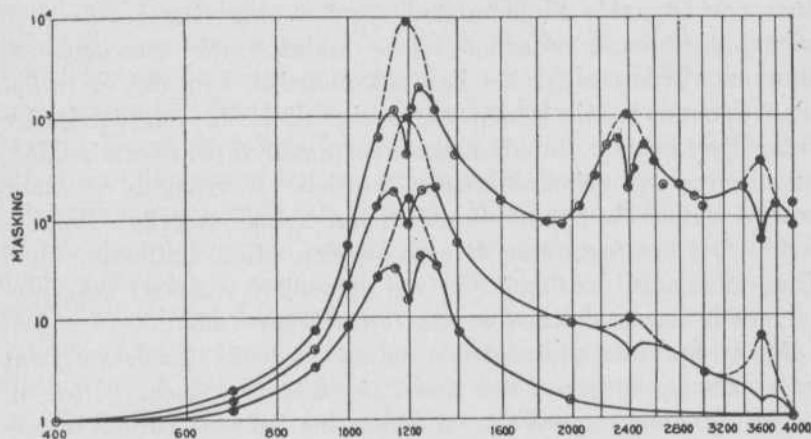
Hoe is het als de maskeerende toon op het eene, de te maskeeren toon op het andere oor valt?

De maskeerende werking wordt daardoor dan weer geringer en de curve verloopt vlakker.

Behalve dat Wegel en Lane het maskeeringseffect als een functie van de intensiteit bestudeerden, schonken zij ook aandacht aan dit verschijnsel als functie van de frequentie. De

¹⁾ H. v. Helmholtz: „Die Lehre von den Tonempfindungen”. pg. 253 e.v.

volgende figuur geeft de maskeering van verschillende frequenties door een toon van 1200 Hz. weer, welke resp. een intensiteit had van 160, 1000 en 10.000 maal de minimum-audibele-waarde.



Figuur 24.

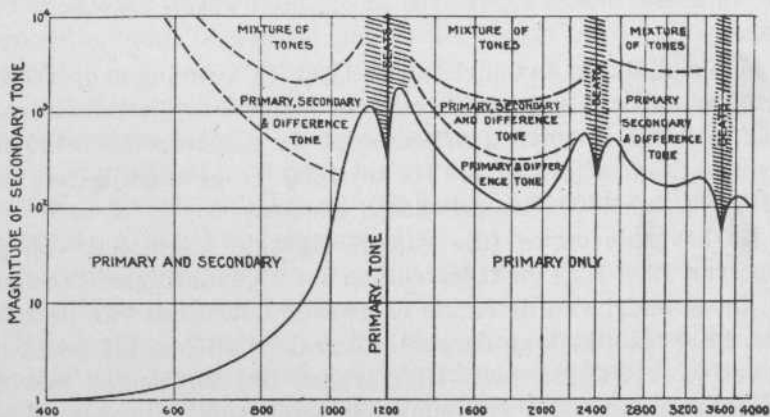
Op de abscis zijn de verschillende frequenties afgezet, op de ordinaat de intensiteit, die deze tonen moeten hebben om bij de aanwezigheid van de storende toon tot perceptie te komen. De drie boven elkaar gelegen gesloten lijnen stellen dus de maskeeringscurven voor bij respectievelijke sterkten van de toon van 1200 Hz. van 160, 1000 en 10,000 $\times$ de min. audibele waarde daarvan.

Men ziet, dat in de buurt van de 1200 Hz. zwevingen optreden, kenbaar aan een zadel in de curven. Behoudens dit verschijnsel kan men uit de curven aflezen, dat de maskeerende werking voor de frequenties van 400 Hz. tot 1200 Hz. geleidelijk toe-, van 1200 Hz. tot 4000 Hz. geleidelijk afneemt.

De bovenste curve (die van de sterkste intensiteit van de toon van 1200 Hz.) geeft bovendien een eigenaardigheid te zien, nl. in de buurt van de eerste en tweede boventoon van de toon van 1200 Hz. ontstaan dergelijke karakteristieken als bij in de buurt van 1200 Hz. zelf. Hier traden dus zwevingen met de boventonen op. Met een condensatormicrofoon werd echter uitgemaakt, dat deze boventonen in de lucht niet aanwezig waren. Wegel en Lane namen derhalve aan, dat deze boventonen subjectief in het oor ontstaan.

Voor ons onderzoek is tevens van belang te weten wat er gebeurt, wanneer twee tonen, die elkaar niet volledig maskeeren, op het oor vallen. Immers wanneer de chauffeur, zich in een lawaaiige omgeving bevindend, bepaalde signalen moet waarnemen, zal er niet alleen een maskeeringseffect optreden tusschen bepaalde componenten van het omgevingsgeruisch en van het signaal, waardoor deze laatste niet waargenomen kunnen worden, maar het kan ook mogelijk zijn, dat er in het claxongeluid partieeltonen aanwezig zijn, die een dusdanige intensiteit hebben, dat zij de maskeeringsdrempel overschrijden, en die dus wel gehoord kunnen worden. De vraag is nu maar wàt, d.w.z. *welke frequenties* men dan te hooren krijgt. Immers het is met het oog op de diverse soorten van slechthoorendheid (bas- of discantdoofheid, dan wel gemengde vormen) lang niet onverschillig, welke frequenties op het oor vallen.

Wegel en Lane analyseerden nu, zooals reeds beschreven, wat er gebeurt, wanneer twee tonen tegelijk op het oor vallen en hoe zij op elkaar inwerken en elkaar maskeeren. Tevens onderzochten zij de subjectieve indruk die het oor krijgt, wanneer het gemaskeerde geluid boven zijn maskeeringsdrempel uitstijgt. In de volgende figuur legden zij hun resultaten vast. Weer werd gebruik gemaakt van de storingstoon van 1200 Hz., van een sterkte van 10^4 (dus $10.000 \times$ de minimum audibile waarde), in combinatie met verschillende andere tonen, waar-



Figuur 25.

van de frequenties op de abscissen, de sterkten op de ordinaten zijn afgezet. De toon van 1200 Hz. werd als de primaire, de andere als de secundaire aangeduid.

De maskeeringscurve is uiteraard dezelfde als de bovenste in de vorige figuur. In het veld daaronder hoort men, daar de secundaire tonen hier geheel gemaskeerd zijn, alleen de primaire toon. Bij frequenties, lager dan 1200 Hz., hoort men aanvankelijk, wanneer de maskeeringsdrempel wordt overschreden, een combinatietoon, bestaande uit primaire en secundaire tonen tezamen. Wordt de intensiteit van de secundaire tonen nog meer opgevoerd dan neemt men de primaire, de secundaire en de verschilttoon waar, terwijl, als tenslotte de intensiteit van de secundaire tonen zeer groot wordt, een toonmengsel optreedt. Hoe deze fenomenen verlopen voor frequenties van meer dan 1200 Hz. laat zich uit de figuur gemakkelijk aflezen.

Wat de bij hooge intensiteiten optredende toonmengsels betreft, door Wegel en Lane werd dit mengsel voor de primaire toon van 1200 Hz. met een enkele secundaire toon, nl. 700 Hz., geanalyseerd door middel van zwevingen met een derde toon van bekende frequentie. Indien f_1 de primaire, en f_2 de secundaire toon voorstellen, werden de volgende frequenties in het mengsel gevonden:

f_1 1200 Hz.; f_2 700; $f_1 + f_2$, 1900; $f_1 - f_2$, 500; $2f_1$, 2400; $2f_2$, 1400; $3f_1$, 3600; $3f_2$, 2100; $2f_1 + f_2$, 3100; $2f_1 - f_2$, 1700; $2f_2 + f_1$, 2600; $2f_2 - f_1$, 200(?); $4f_2$, 2800; $2f_1 + 2f_2$, 3800; $2f_1 - 2f_2$, 1000; $3f_1 + f_2$, 4300; $3f_1 - f_2$, 2900; $3f_2 + f_1$, 3300; $3f_2 - f_1$, 900.

Het blijkt dus, dat door het samenklinken van deze twee tonen, subjectief een geheel spectrum, opgebouwd uit grond- en boven-tonen en hun respectievelijke combinatie- en differentietonen in allerlei vormen wordt gehoord.

Hoe ingewikkeld deze verhoudingen worden, wanneer niet slechts, zooals bij deze proeven twee tonen, maar geheele toonmengsels, zooals in onze gevallen, op elkaar inwerken, laat zich slechts vermoeden. Pogingen om deze verhoudingen te analyseren zijn nog niet verricht.

§ 2. *Bestudeering van de gebruikte lawaaibronnen bij normalen en slechthoorenden.*

a. *De invloed van de storing op het toongehoor.*

Van het maskeeringseffect wordt in de acustiek op verschillende wijze gebruik gemaakt. In Hoofdst. II is reeds gewezen op de toepassing bij de geluidssterkte-meting; immers het is duidelijk, dat een maatstaf voor de intensiteit van een geluid van onbekende sterkte kan worden gevonden in de mate, waardoor het, door een geluid van bekende sterkte, wordt gemaskeerd.

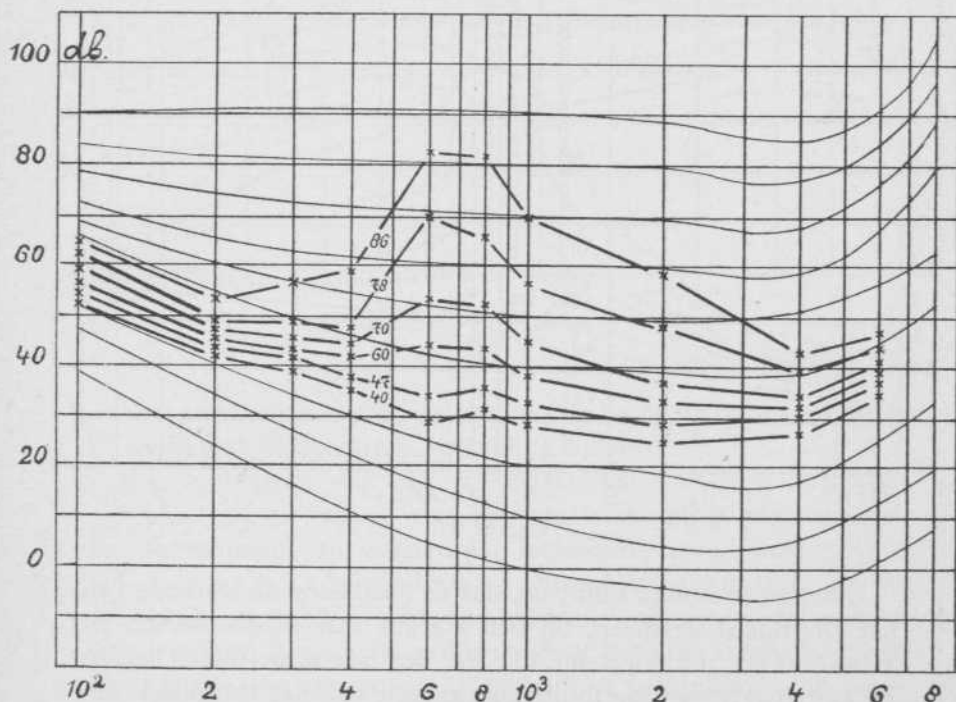
In de tweede plaats kan door middel van het maskeerings-effect een indruk over de samenstelling van een geluid, waarvan de componenten niet geheel bekend zijn, worden verkregen. Indien men nl. een dergelijk geluid van onbekend spectrum een maskeerende werking op een reeks van zuivere tonen van bekende sterkte laat uitoefenen, dan kan men nagaan, welke tonen van deze reeks niet of weinig, en welke wel en in welke mate, worden gemaskeerd. Daar, zooals reeds bleek uit de proefnemingen van Wegel en Lane, vooral die frequenties, die niet te veel van elkaar verschillen, elkaar maskeeren, is uit het maskeeringseffect een indruk te krijgen over de samenstelling van het onbekende geluid, wanneer men de maskeerende werking daarvan op het audiogram nagaat. Fletcher¹⁾ ²⁾ noemde een dergelijk audiogram een „noise audiogram” of „masking audiogram”. Het is dus een curve, die het aantal dbs aangeeft, waarmee iedere drempelwaarde van de zuivere tonen van een audiogram, door de aanwezigheid van het geluid of het lawaai, wordt verhoogd. Daarbij is het niet gezegd, dat bij de drempelbepaling werkelijk de drempel van de onderzoektoon wordt vastgesteld, maar het kan ook de som- of verschiltoon zijn, die men waarneemt. Vastgelegd wordt dus eigenlijk slechts, dat de proefpersoon een verschil in toonhoogte opmerkt.

Daar het voor een goed inzicht in onze proefnemingen noodig was, de gebruikte geluidsbronnen zoo goed mogelijk te kennen,

¹⁾ Harvey Fletcher: „Loudness, Masking and Their Relation to the Hearing Process and the Problem of Noise Measurement.” The Journal of The Acoustical Society of America. Vol. 9, No. 4, April 1938.

²⁾ H. Fletcher and W. A. Munson: „Relation between Loudness and Masking”. id. vol. 9, No. 1, Juli 1937.

heb ik van de gebruikte storingsbronnen bij een aantal normaal-hoorenden maskeeringsaudiogrammen gemaakt. Hierbij werden de proefpersonen telkens gedurende eenige seconden aan het storingslawaaï van bekende luidheid blootgesteld, waarna daar doorheen de verschillende frequenties van het audiogram werden aangeboden, telkens met een iets versterkte intensiteit, totdat de drempelwaarde voor die frequenties bij de bepaalde luidheidsgraad van het storingslawaaï kon worden bepaald. Als drempelwaarde werd die waarde aangenomen, waarbij in 50 % van de gevallen de zuivere toon werd herkend. De resultaten van deze metingen werden in de volgende curven samengevat. Allereerst ziet men uit de volgende figuur de verhooging die de drempel-



Figuur 26.

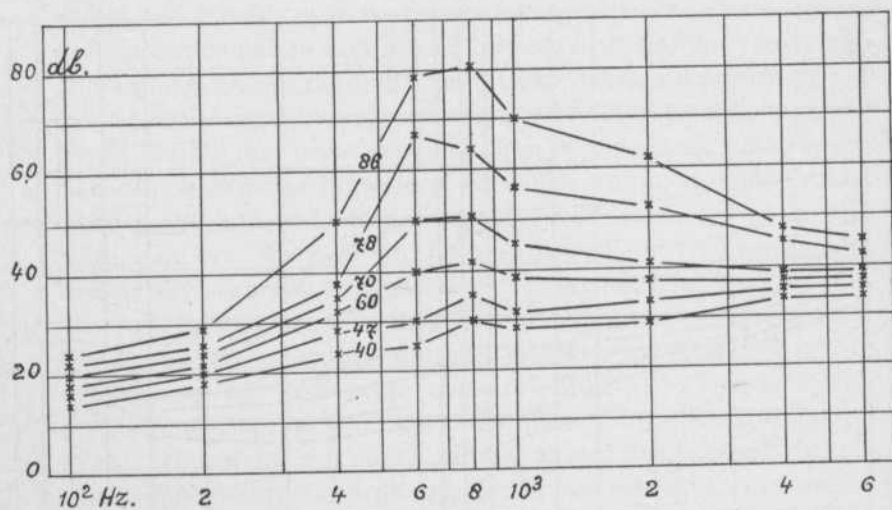
waarde van de verschillende frequenties van het audiogram ondergaan bij diverse intensiteiten van het storingslawaaï, en wel van het thermisch geruisch.

Op de abscis zijn de frequenties, op de ordinaat de intensiteiten uitgezet. De storingscurven worden voorgesteld door de gebroken

lijnen, de cijfers daarbij geven de intensiteiten van het storingslawaai in dbs weer.

Om de beoordeeling te vergemakkelijken zijn de isophone lijnen van Fletcher en Munson als dunne lijnen ingetekend (zie Hoofdst. III, figg. 8 en 9).

Zet men de gevonden waarden af van de physiologische nullijn, zooals in de volgende figuur is geschied, dan kan men zonder meer de storende waarde van het lawaai aflezen. (Met physiologische nullijn is bedoeld de isophoon van 0 db, d.i. de onderste dunne kromme van figuur 26; deze is in de volgende fig. 27 als rechte lijn uitgeklapt, terwijl de storingswaarden hiervan zijn uitgezet.



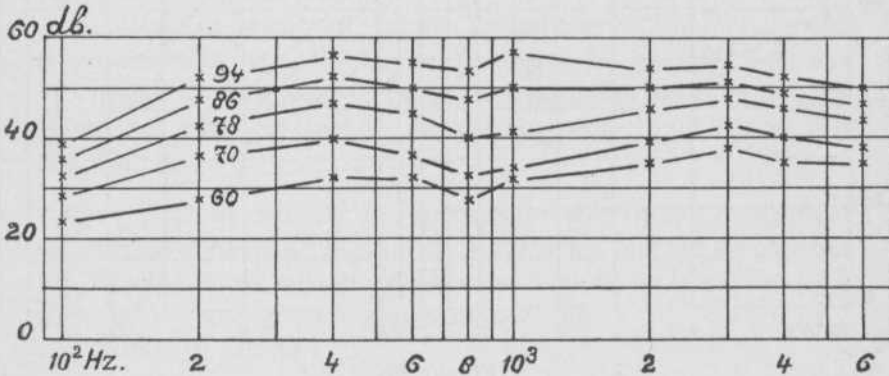
Figuur 27.

Uit deze schemata blijkt nu, dat de maskeerende werking van het thermisch geruis, bij een sterkte van 40 db, begint bij 100—200 Hz., en stijgt bij 400 Hz., om nog meer toe te nemen bij 800 Hz. Nemen de luidheidswaarden van het thermisch geruis van 40—86 db, en de frequenties van de gemaskeerde tonen van 100—600 Hz. toe, dan wordt de maskeeringsgraad grooter.

Bij frequenties boven de 600 Hz. echter zijn de verhoudingen anders. Bij intensiteiten van het storingslawaai tot en met 70 db treedt nog eenige stijging in de storingscurves op, tot bij 800 Hz. een maximum bereikt wordt. Bij 78 db treedt een

lichte daling, bij 86 db weer een stijging op tot 800 Hz. Van 800—1000 Hz. dalen alle storingscurves, terwijl de lijnen van 86, 78 en 70 db voor frequenties hoger dan 10 000 Hz. blijven dalen. De storingscurve van 60 db verloopt in dit gebied vrijwel horizontaal, die van 47 en 40 db stijgen weer in lichte mate, om hun maximum bij 4000—6000 Hz. te vinden.

Met behulp van filters kan nu het thermisch geruisch van karakter veranderd worden en wel zoodanig, dat de pieken bij 600 en 800 Hz. verdwijnen en over het heele spectrum een vrijwel gelijke storing optreedt, zooals de volgende figuur aangeeft.



Figuur 28.

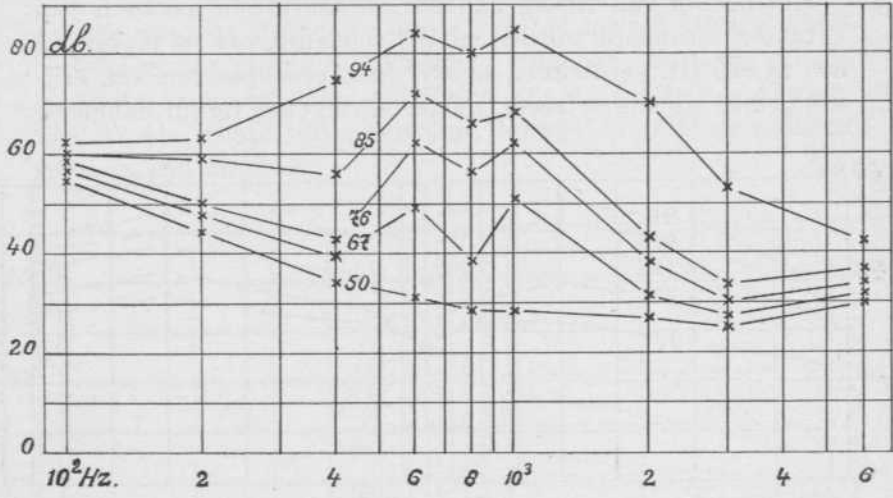
Men ziet tevens, dat op deze wijze ook bij hoogere intensiteiten de gelijkmatige spectrale verdeling optreedt.

Het verkrijgen van een storingslawaai met een dergelijke gelijkmatige verdeling van het spectrum, ging gepaard met het overwinnen van aanzienlijke technische moeilijkheden. Ook Fletcher¹⁾ ondervond dit en schreef dienaangaande nog in Juli 1937: „As will be seen, the masking levels obtained are not uniform with frequency, particularly at the high intensities, but considering the experimental difficulties in making such measurements, we consider the data sufficiently accurate etc.”

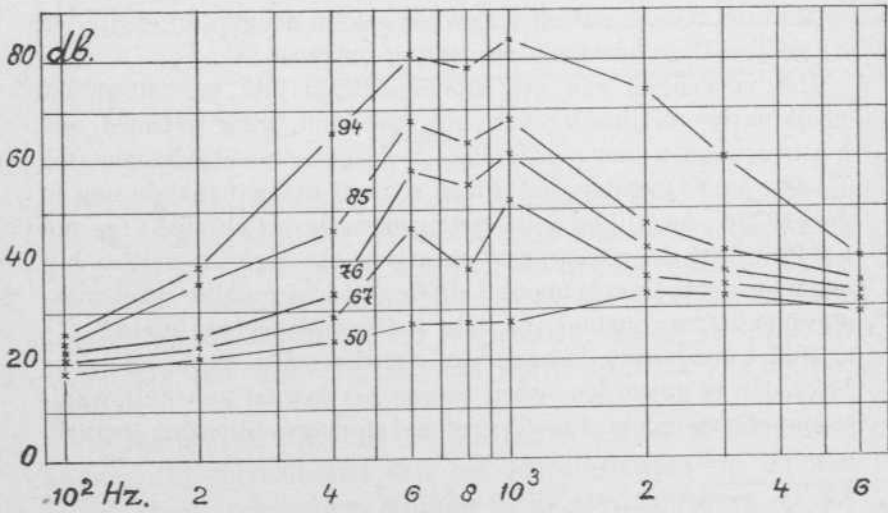
Nadat zodoende de aard van het thermisch geruisch nader bekend was geworden, werd tevens het lawaai van de lawaai-trommel onderzocht. Fig. 29 geeft het storingsaudiogram (waarin

¹⁾ H. Fletcher and W. A. Munson: loc. cit. zie pg. 162, noot 2.

thans de lijnen van Fletcher en Munson zijn weggelaten) van dit lawaai weer. Fig. 30 drukt de physiologische storingswaarden ten opzichte van de 0 db-lijn uit. Men ziet, dat bij dit lawaai vooral toppen bij 600 en 1000 Hz. optraden en dat ook hier de versterking niet lineair plaats vond.



Figuur 29.



Figuur 30.

Het blijkt tevens, dat het karakter van dit lawaai niet veel verschilt van dat van het thermisch geruisch (zonder filter); behalve dat bij versterking van het lawaai de sterkste maskeerende werking bij 1000 Hz. plaats heeft, en deze bij 800 Hz. iets minder groot is, terwijl bij het thermisch geruisch juist bij 800 Hz. de krachtigste werking optreedt, komen geen essentiele verschillen tusschen de geluidsbronnen in de storingsaudiogrammen tot uiting. Op het oor beoordeeld vertoonen beide storingsbronnen toch een iets verschillend karakter, daar het thermaalgeruisch een meer ruischende, het lawaai van de lawaaitrommel een meer rammelende indruk maakt.

Het zadel in de curven van het lawaai van de rammelaar kan, naar analogie van de bevindingen van Wegel en Lane, aan zwevingen worden toegeschreven. Een dergelijk zadel bij 800 Hz. vindt men eveneens in het thermisch geruisch met filters (zie fig. 28).

Nu wij de invloed van de storingskrommen op het toongehoor bij normalen hebben bestudeerd, kunnen wij ons tot de pathologie wenden. Zien wij allereerst eens naar de *overwegend basdooven en gemengde vormen van doofheid*.

1. Pat. H. M., 38 j.

Anamnese: Sedert 4 jaar doof aan beide ooren, langzaam toenemend. Geen duidelijke otosclerose-anamnese. Nogal eens duizelig en hoofdpijn.

Status praesens: Trommelvliezen geen afwijkingen.

Fluisterstem: L.: zona gr. $\frac{1}{4}$ m., zona ac. > 6 m.; R.: zona gr. 20 cm., zona ac. 3 m.

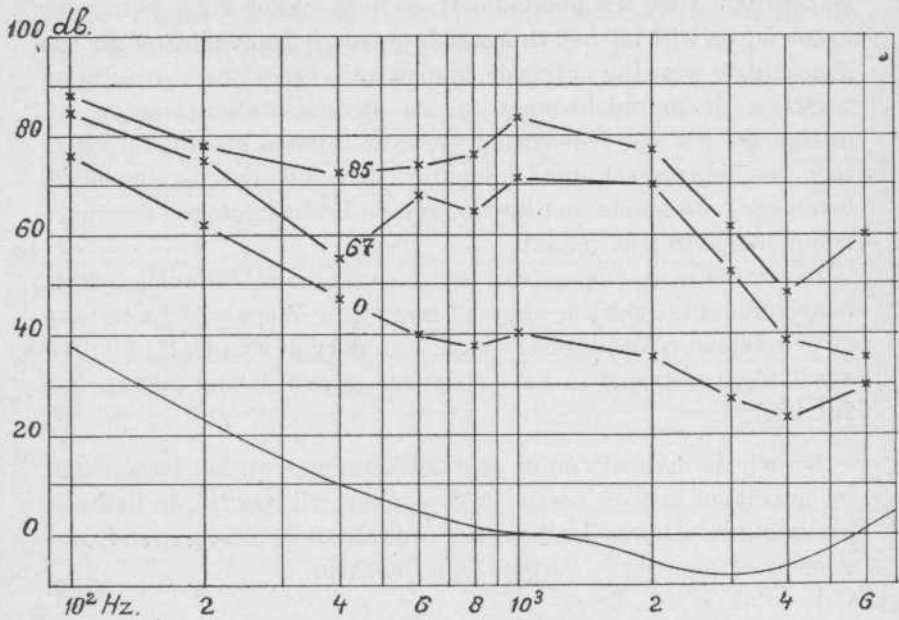
Conversatiestem: $\frac{3}{4}$ m.

Stemvorken: Rinne bdz. —. Schwabach normaal. Weber gelateraliseerd naar R.; hoge stemvorken iets afgenomen.

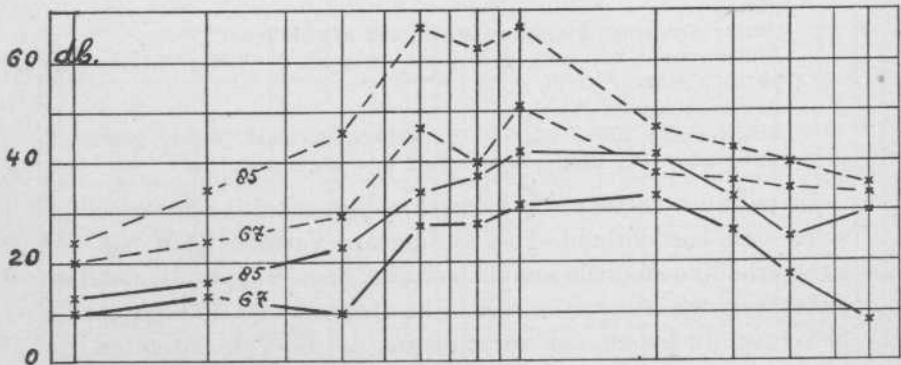
De patiënte vertoont bij klinisch onderzoek dus alle verschijnselen van basdoofheid. Het audiogram vertoont dan ook een aanmerkelijke stoornis aan de baszijde, hoewel bij audiometrisch onderzoek ook een vrij aanzienlijke stoornis aan de discantzijde te voorschijn kwam, een verschijnsel, dat bij vele patienten, die bij het gewone routineonderzoek een basdoofheid vertoonden, aanwezig was. Wij komen daarop in § 3 terug.

In fig. 31 geeft nu de onderste, gesloten lijn de isophoon van 0 db van Fletcher en Munson weer, de onderste gebroken lijn, met 0 aangeduid, vertoont de ondergrens van het ongestoorde audiogram van patiënte. Met 67 en 85 zijn resp.

aangeduid de storingslijnen bij aanwezigheid van een storingslawaai van de lawaaitrommel van deze sterkten. Men ziet, dat in dit storingsaudiogram dezelfde toppen bij 600 en 1000 Hz.



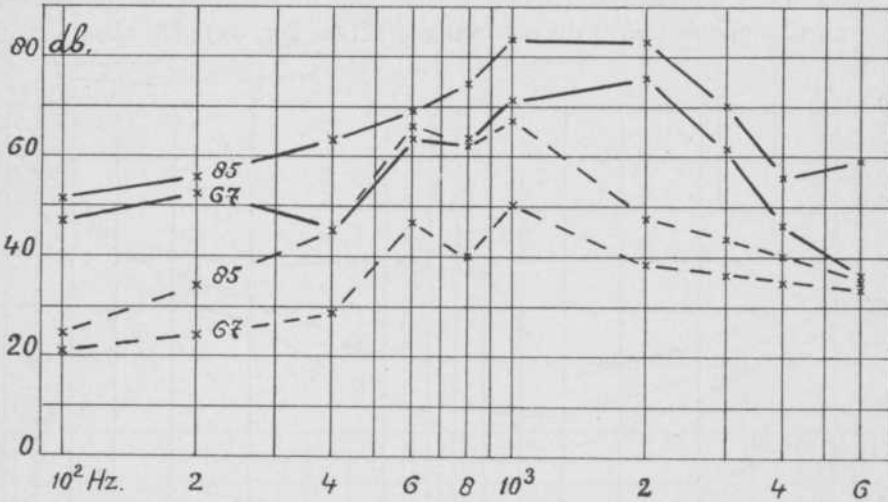
Figuur 31.



Figuur 32.

optreden als bij de normalen, terwijl tevens de karakteristika van het pathologische, ongestoorde audiogram aan bas- en discantzijde aanwezig blijven. Indien men de minimum audibele lijn van deze patiente, aangegeven met „0”, als nullijn aanneemt

en hierop de storingswaarden voor de verschillende frequenties afzet en hetzelfde doet met de bij normalen gevonden waarden, doch dan met de nullijn van Fletcher en Munson als basis (fig. 32), dan blijkt, dat de slechthoorende relatief minder wordt gestoord. Fig. 32 geeft deze *relatief* mindere stoornis dus graphisch weer. (De gebroken lijn geeft de waarde van patiente, de stippellijn de normale waarde weer.) Als men echter de normale isophoon van 0 db op de abscis plaatst en van hieruit de storingscurven afzet, dan krijgt men de *absolute* waarden voor de storing. Zie fig. 33.



Figuur 33.

Deze blijkt bij de patiente aanmerkelijk grooter te zijn dan bij de normale (de stippellijn geeft weer de storing van de normale, de gesloten lijn die van de pat. aan). Vergelijkt men de laatste fig. eens met fig. 30 dan blijkt, dat de absolute storingsvermeerdering bij de pat. het sterkst is bij die frequenties, waarbij zij, ongestoord, ook reeds het grootste hoorverlies heeft, n.l. bij 200 en 2000 Hz., terwijl voorts de storing natuurlijk afhankelijk is van de aard van het storingslawaaï. Ook bij andere patienten bleek steeds, dat de absolute storingsvermeerdering bij slechthoorenden afhankelijk is van de verhoudingen van het ongestoorde audiogram, zoowel als van het gebruikte lawaaï. Het volgende geval van *overwegend discantdoofheid* moge dit nader illustreeren:

2. Pat. K., 74 jr.

Anamnese: Patient heeft 40 jaar in een lawaaiige fabriek gewerkt (houtzagerij) en is langzamerhand doof geworden. Heeft nooit pijn aan de ooren of loopooren gehad; niet duizelig, geen lawaai in het oor.

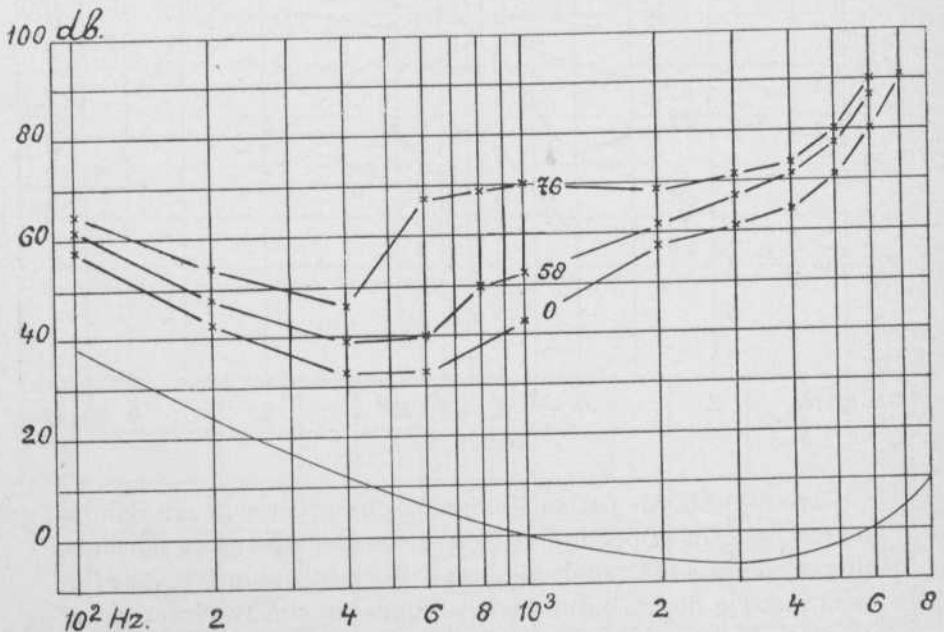
Status praesens: Trommelvliezen normaal.

Fluisterstem: L.: zona ac. 0.10 m., zona grav. 0.25 m; R.: zona ac. en grav. beide 0.10 m.

Conversatiestem: 3 à 4 m.

Stemvorken: Rinne $\pm$. Schwabach sterk verkort. Weber niet gelateraliseerd. Hooge stemvorken sterk verkort. (Alles beiderzijds.)

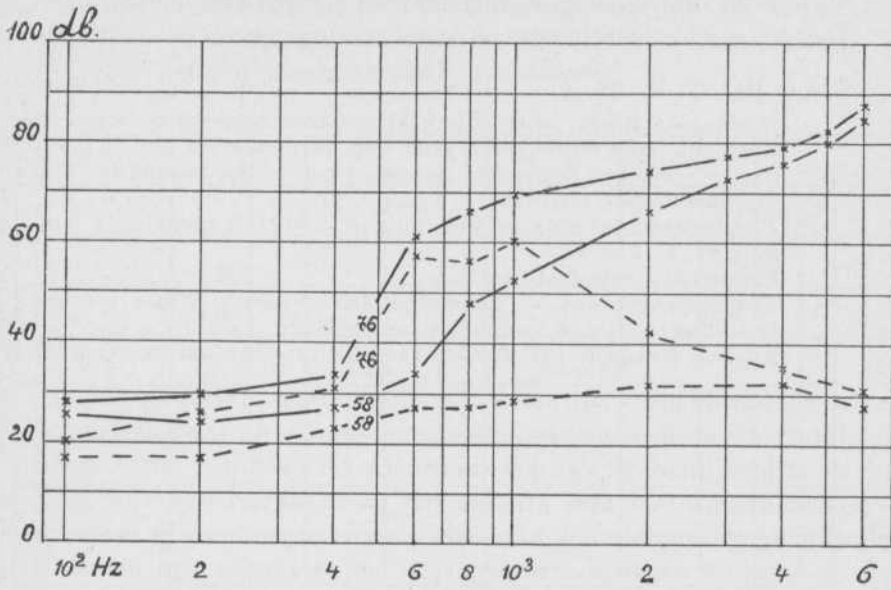
Pat. K. vertoont dus klinisch alle verschijnselen van binnenoor-dooftheid met een sterk hoorverlies aan de discantzijde, zooals zijn isophoon van 0 db ook aangeeft (zie fig. 34). De absolute



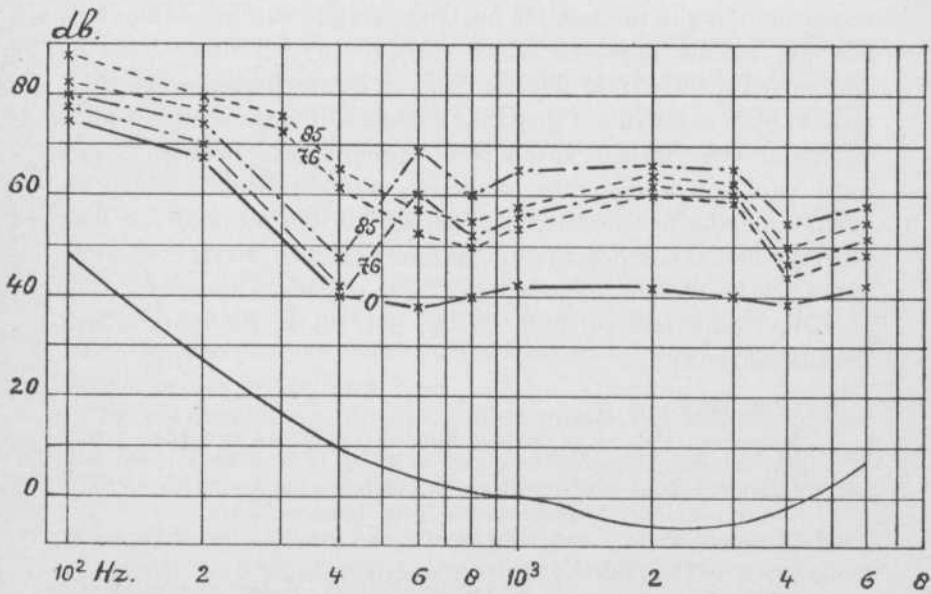
Figuur 34.

storingswaarde van deze pat., omgerekend op de 0 db lijn van Fletcher and Munson, ten opzichte van die van de normale, vindt men in figuur 35; de absolute storingsvermeerdering aan de discantzijde is hierbij zonder meer duidelijk.

Dat inderdaad in het storingsaudiogram zich de kenmerken, zoowel van het ongestoorde audiogram als van het spectrum van het storingslawaai, manifesteren, blijkt ten overvloede uit



Figuur 35.



Figuur 36.

figuur 36, die storingsaudiogrammen bij patient T. B., opgenomen met verschillende soorten storingslawaaai, voorstellen.

3. Pat. T. B., 29 jr.

Anamnese: Heeft reeds sedert kinderjaren beiderzijds loopooren. Geen pijn, geen duizeligheid, geen subj. oorgeluischen.

Status praesens: Beiderzijds centrale trommelvlies perforatie. Weinig, niet foetide uitvloed.

Fluisterstem: L.: zona ac. 9 m., zona gr. 2.50 m. R.: zona ac. $\pm$ 5 m., zona gr. 1—1.50 m.

Conversatiestem: $>$ 10 m.

Stemvorken: Rinne —. Schwabach iets verlengd. Weber niet gelateraliseerd. Hooge stemvorken iets verkort.

Klinisch vertoonde pat. dus een gemengd type van hardhoorendheid.

Figuur 36 geeft zijn storingsaudiogrammen. De streep-stippellijnen geven de storingsaudiogrammen van de lawaaitrommel, de stippellijnen die van het thermisch geruisch met filter, weer. Gemakkelijk laat zich aflezen, dat de karakteristica van beide storingsgeruischen ook hier naar voren komen, terwijl eveneens de absolute storingsvermeerdering het grootst is aan de meest gestoorde zijde van het audiogram.

Deze proefnemingen, bij andere slechthoorenden eveneens verricht, gaven steeds dezelfde resultaten; men kan er dus uit concluderen, dat, naarmate het storingslawaaai zijn sterkste componenten aan de baszijde heeft, deze zijde van het audiogram ook het meeste gestoord wordt, terwijl bij het meer naar de midden- of discantzijde gelegen zijn van de storingscomponenten, deze kanten meer in het gedrang komen. Dit laatste nu is vooral fnuikend voor de discantdooven. Immers deze hebben uit de aard van hun audiogram reeds een sterke absolute storingsvermeerdering aan de discantzijde, zij worden nu door een laag storingslawaaai ook nog in hun baszone gestoord, zoodat een algemeen sterke storing optreedt over het geheele audiogram, hetgeen b.v. door het volgende geval, pat. de J., duidelijk wordt gedemonstreerd.

4. Pat. de J., 54 jr.

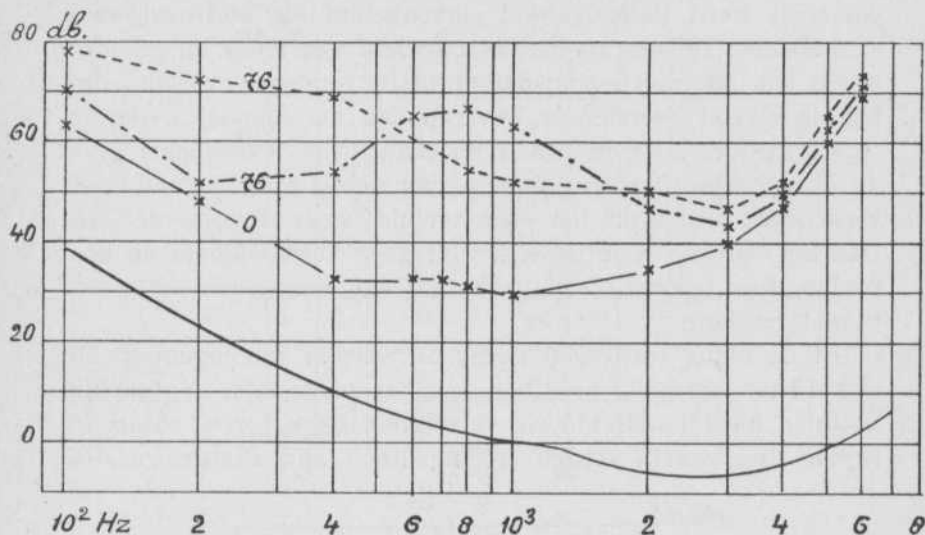
Anamnese: Pat. is de laatste jaren hardhoorend geworden zonder pijn of ontstekingsprocessen aan de ooren. Heeft geen oorloop. Niet duizelig. Klaagt over slecht hooren in lawaaiige omgeving.

Status praesens: Trommelvliezen geen bijzonderheden.

Fluisterstem: L.: zona ac. 0.50 m., zona grav. $1\frac{1}{2}$ m. R.: zona ac. 0.50 m., zona grav. $1\frac{1}{2}$ m.

Stemvorken: Rinne +. Schwabach verkort. Weber niet gelateraliseerd. Hooge stemvorken aanmerkelijk afgenomen.

De storingsaudiogrammen vindt men in fig. 37. (De streepstippellijn is de storingslijn voor de lawaaitrommel, de stippellijn voor het thermisch geruisch met filters.)



Figuur 37.

Duidelijk is de sterkere storing aan de baszijde door het thermisch geruisch met filters hieruit af te lezen.

Voor basdooven en gemengde vormen van doofheid maakt een verschuiving van de krachtigste componenten van het storingslawaai naar de baszijde uiteraard veel minder verschil uit, aangezien hun absolute storingsvermeerdering aan die zijde slechts onbeduidend is.

Daar nu het storingslawaai, waarin de slechthoorende chauffeur zich bevindt, hoewel frequenties uit alle gebieden van de toonschaal bevattend, voornamelijk componenten van laag karakter vertoont, zal de discantdoove ten opzichte van de normaal hoorende en overwegend basdoove zoowel als gemengd doove, in het nadeel zijn.

Tevens geven deze storingsaudiogrammen een verklaring voor het verschijnsel der baryacosis: de sterke storing der discantdooven door lawaai van laag karakter blijkt er zonder meer uit.

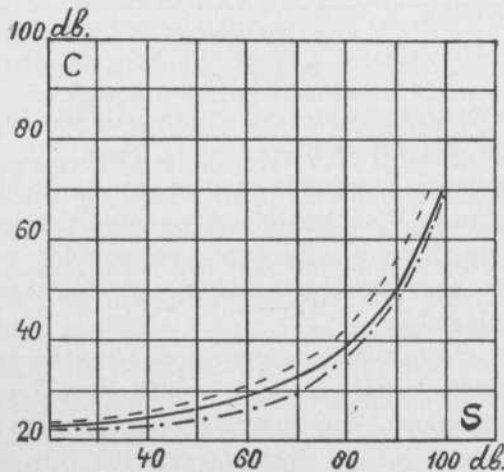
b. De invloed van het storingslawaai op het signaalgehoor.

Nu wij de invloed van het storingslawaai op het toongehoor van normalen en slechthoorenden aan de hand van bovenstaande

curven hebben bestudeerd, is het zaak de invloed daarvan op het signaalgehoor na te gaan.

Allereerst werden nu normale personen onderzocht. Den proefpersonen werd thans zoowel claxongeluid als storingslawaaï aangeboden. Telkens als het claxongeluid weerklonk en gehoord werd, kon het storingslawaaï dermate versterkt worden, dat het de claxon overstemde, waarop dan het signaal wederom versterkt werd, tot het juist hoorbaar was. Vervolgens ging de onderzoeker dan de luidheid van het storingslawaaï weer verhoogen, totdat dit het claxongeluid weer maskeerde etc. Daarbij werd er voor gewaakt dat geen vermoeidheid op kon treden, door telkens niet langer dan eenige seconden achtereen te onderzoeken.

Uit de aldus verkregen gegevens werden storingslijnen bij een 15-tal normale proefpersonen samengesteld. Natuurlijk kwamen hierbij individueele verschillen naar voren, zooals in figuur 38, waarin eenige storingslijnen zijn vastgelegd, tot

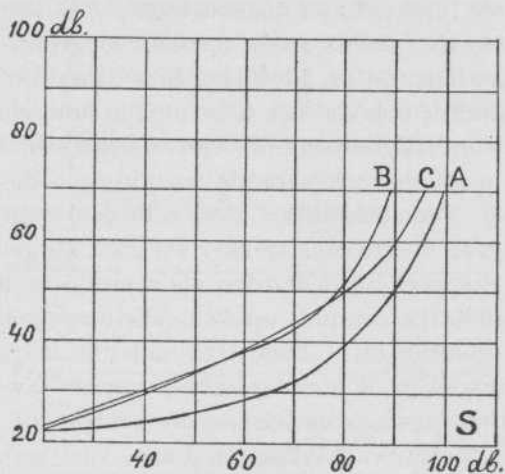


Figuur 38.

uiting komt. Op de abscis zijn de luidheidswaarden van het storingslawaaï, op de ordinaat die van de claxon, beide in decibels afgezet. Uit de 15 verschillende metingen werd tenslotte een standaardcurve samengesteld, welke in deze figuur dik is ingetekend. De curven zijn opgenomen met als storingslawaaï het lawaai van de lawaaitrommel.

In figuur 39 zijn voorts dergelijke curven voor een zuivere

toon van 2500 trillingen (in de figuur bij B) en voor thermisch geruisch met filters (C) ontworpen, terwijl lijn (A) de standaardcurve uit de vorige figuur aangeeft.



Figuur 39.

Trachten wij thans met de door Wegel en Lane aan het licht gebrachte feiten, zooals deze in de vorige § zijn medegedeeld, deze curven te begrijpen.

Theoretisch laat zich vermoeden, dat, wanneer twee continue spectra, die lineair versterkt worden, op elkaar inwerken, een storingscurve zal ontstaan, welke aanvankelijk vrijwel onder een hoek van 45° zal oploopen. Immers de verschillende frequenties van het storingslawaai zullen de overeenkomstige van het gestoorde lawaai maskeeren. Bij hogere intensiteiten echter zullen combinatietonen in steeds sterkere mate naar voren komen en de curve zal een sterkere kromming naar boven gaan vertoonen. Men ziet uit figuur 39, dat dit theoretische vermoeden aardig werd bevestigd; het thermisch geruisch met filter immers is een geluid met een continu spectrum, dat vrijwel lineair versterkt wordt, evenals het claxongeluid; de storingscurve vertoont dan ook ongeveer de voorspelde karakteristiek.

Wat nu de curve A van het claxongeluid, gestoord door het lawaai van de rammelaar, betreft, het volgende. Zooals fig. 30 aangeeft heeft bij luidheden tot 50 db dit geluid voornamelijk een storende werking aan de discantzijde van het audiogram. De hoge frequenties van het claxongeluid zullen er dus weliswaar

vrij sterk door gestoord worden, de lagere daarentegen in mindere mate, de maskeeringsgraad zal dus betrekkelijk gering zijn. Aanvankelijk zal dus de storingscurve vrij vlak oplopen. Bij versterking van de luidheid van het storingslawaaï komt de streek van 400—2000 Hz. steeds meer op de voorgrond en speciaal het gebied tusschen 600 en 1000 Hz., terwijl natuurlijk uiterste bas- en discantzijde ook wel een toenemende luidheid vertoonen. Deze totale intensiteitstoename van de streek beneden de 1000 Hz. verhoogt de maskeerende werking, en de storingslijn verloopt steiler. Tenslotte zullen weer zeer veel combinatietonen optreden, hetgeen de kromme sterker zal doen stijgen; de laatste stijging kan ook verklaard worden als men de invloed van het sterke 600—1000 Hz. complex op de sterkste component van het claxongeluid, gelegen bij ± 2500 Hz., nader in het oog vat.

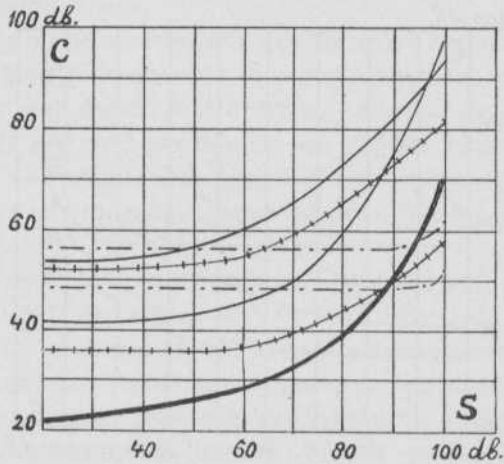
Gezien het zadel in de storingscurven van de lawaaitrommel, wijzende op zwevingen, is de frequentie van 800 Hz. hierin sterk aanwezig. De curven van Wegel en Lane, voor de storing van een toon van 800 Hz. op frequenties van 2000 en 3000 Hz., vertoonen bij hoge intensiteiten ook een sterke stijging, dit zal ongetwijfeld ook bij 2500 Hz. 't geval zijn. Curve B in figuur 39 geeft nu de invloed van het storingslawaaï op een zuivere toon van 2500 Hz. weer, deze lijn vertoont een kromming analoog aan lijn A.

Indien wij ons thans weer tot de pathologie wenden, doen wij dat het beste aan de hand van eenige curven, zooals deze in fig. 40 zijn ingetekend. In de dikke gesloten lijn herkent men de storingscurve bij normalen voor het lawaai van de elektrische rammelaar, de streepstippellijnen geven storingscurven van personen die, gezien hun audiogram, aan een gemengde vorm van slechthoorendheid leden, de enkel gestreepte lijnen stellen curven van overwegend basdooven, de dunne gesloten lijnen verbeelden storingscurven van overwegend discantdooven.

Uit deze figuur laat zich nu aflezen, dat in de eerste plaats alle storingscurven van slechthoorenden op een hooger uitgangspunt beginnen dan de curve van de normaalhoorenden, in overeenstemming met het feit, dat de slechthoorenden een hoogere drempelwaarde voor het waarnemen van het claxongeluid hebben. Zeer opvallend is verder het verloop van de curven van de gemengd dooven. Indien zij eenmaal de claxon waarnemen,

worden zij practisch niet meer door het storingslawaaigehinderd, pas als dit zeer hoge waarden bereikt, treedt nog eenige storing op. Iets anders verhouden zich de discantdooven. Deze patienten vertoonen over het algemeen curven, die over slechts geringe afstand horizontaal verlopen, dan echter vrij spoedig een betrekkelijk snelle stijging naar boven vertoonen, ongeveer evenwijdig aan, of vaak nog meer gebogen dan de curve van de normale persoon. Deze menschen worden dus betrekkelijk sterk gestoord.

De overwegend basdooven vertoonen over het algemeen



Figuur 40.

storingslijnen, die over een grootere afstand dan dit bij de discantdooven het geval is, horizontaal verlopen, echter minder ver dan bij de gemengde vormen van slechthoorendheid. Nadat stijging van de curve begint op te treden, verloopt deze in het algemeen vlakker dan bij de normale persoon, dus zeker vlakker dan bij de discantdoove.

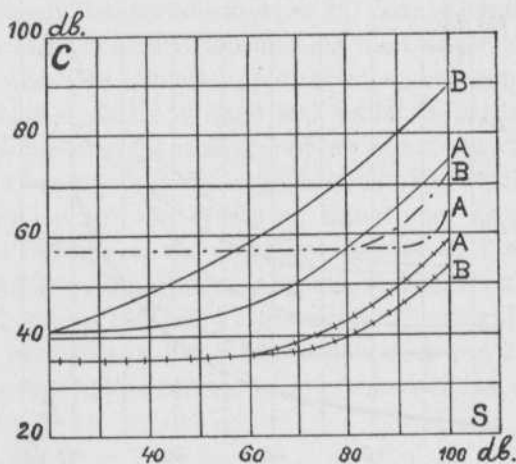
Gezien de groote variatie in audiogrammen, bestaan tusschen deze algemeene typen wel overgangen, bij eenigszins uitgesproken gevallen kan men echter uit het type van storingscurve ook het type van het audiogram vermoeden.

Hoe zijn nu deze uitkomsten te verklaren? Wat de gemengd dooven betreft kan men zich gemakkelijk voorstellen, dat bij geringere intensiteiten het storingslawaaai onder de waarnemingsdrempel van den slechthoorende blijft, bij toenemende verster-

king echter treedt steeds meer het 600—1000 Hz. complex op de voorgrond en dit treedt storend op, echter zoowel aan de bas- als aan de discantzijde is de storingsdrempel nog niet bereikt.

Bij een bepaalde versterking echter zijn ook de lagere en hogere frequenties van het storingsgeluid dermate sterk geworden, dat over de heele linie van het audiogram de patient gestoord wordt. Bij die sterkte van het storingslawaai begint nu de kleine kromming in de storingscurve, zooals deze in fig. 40 is weergegeven, op te treden.

Indien men nu een storingslawaai van het karakter van het



Figuur 41.

thermisch geruisch met filter gebruikt, zal ongeveer hetzelfde optreden. Bij een bepaalde sterkte hiervan zal de slechthoorende vrij plotseling over de heele linie van zijn audiogram gestoord worden. Daar voorts zoowel deze vorm van storingsgeluid als het claxongeluid vrijwel lineair versterkt worden, zal een nagenoeg rechte, onder een hoek, die 45° benadert, oplopende storingscurve optreden. Dit is dan ook het geval, zooals fig. 41 aangeeft. (De streep-stippellijnen in deze figuur geven de storingslijnen van de gemengd doove aan en wel bij A opgenomen met thermisch geruisch zonder, bij B met filters. Eveneens zijn in deze figuur de storingslijnen voor beide lawaai-bronnen aangegeven, voor discantdooven de gesloten lijnen en voor basdooven de gestreepte lijnen.)

Wat de discantdooven betreft, hierbij zal men de curve van de

storende werking van de lawaaitrommel op het claxongeluid gemakkelijk als volgt kunnen verklaren. Nadat de intensiteit van het storingslawaaï de drempelwaarde heeft overschreden treedt een storingslijn op, waarvan de stijging vooral afhankelijk is van de mate, waarin de patient gehoorsvermindering heeft in het gebied van 600—1000 Hz. Is het toongebied in deze zone bij hem vrijwel intact, dan zal een storingscurve resulteren, die ongeveer dezelfde kromming vertoont als de storingslijn van de normale; is echter bij den patient ook het gehoor voor de baszijde eenigszins uitgevallen, dan nadert zijn curve meer tot die van de gemengd doove.

Indien men bij de overwegend discantdoove het storingslawaaï met sterke, lage componenten, b.v. het thermisch geruisch met filter, als storend geluid laat optreden, dan zal de discantdoove vrijwel direct gestoord worden en een vrijwel rechte, onder een hoek van $\pm 45^\circ$ opstijgende lijn vertoonen, met een beginpunt dat op een hooger uitgangsniveau ligt, dan dat bij normalen het geval is.

Wat de overwegend basdooven tenslotte betreft, grootendeels afhankelijk van de mate, waarin bij hen het gebied van 600—1000 Hz. gestoord is, zal hun storingslijn eerder of later een kromming gaan vertoonen, welke over het algemeen vlakker zal verlopen dan de normale storingscurve (voor het geluid van de lawaaitrommel), immers, het is vooral het discantgedeelte van het storingslawaaï, dat bij hen de storende werking moet uitoefenen en dit discantgedeelte neemt langzamer in sterkte toe, dan het gebied van de lagere frequenties. Stoort men deze soort dooven met het thermisch geruisch met filters, dan kan men verwachten, dat de discantzijde van hun audiogram door de discantzijde van het storingslawaaï zal worden gestoord en wel daar dit lawaaï vrijwel lineair versterkt wordt, onder een hoek van $\pm 45^\circ$, zooals figuur 41 dan ook vertoont. Naarmate het storingsgeluid meer overwegend lage kwaliteiten bevat, zal deze patient relatief minder sterk, in tegenstelling van de discantdoove, gehinderd worden.

Dergelijke proefnemingen, zooals ze voor een aantal van 75 pat., waarvan 35 discantdooven en 20 overwegend bas- en 20 gemengd dooven, zijn uitgewerkt, geven steeds die uitkomsten, die men theoretisch zou vermoeden. Het blijkt dus mogelijk te zijn om, indien men nauwkeurig omtrent de aard van het

storingslawaaï en de vorm van het audiogram van den patient op de hoogte is, voor elk willekeurig storingslawaaï bij iedere vorm van audiogram, van te voren de storingscurve met vrij groote zekerheid te voorspellen. Het is daarom niet noodig geweest alle mogelijke soorten van storingsgeluid te bezigen, ook was het daarom voor ons speciaal onderzoek naar chauffeurs-eischen niet absoluut noodzakelijk van storingsgeluid, opgenomen in een rijdende auto, gebruik te maken.

Uit onze proefnemingen kan men dus concludeeren, dat de gemengde vormen van doofheid bij het signaalhooren het minst zullen worden gestoord, de discantdooven meer en wel steeds toenemend, naarmate het storingslawaaï meer aan de baszijde is gelegen; de basdooven worden meer dan de gemengd dooven, echter minder dan de normale personen gestoord en wel steeds minder, naarmate in het storingsgeluid meer componenten aan de discantzijde ontbreken.

§ 3. *Over de Paracusis Willisii, benevens eenige opmerkingen over het na-onderzoek der patienten.*

Het onderzoek, zooals dit hier heeft plaats gehad, teneinde data te verzamelen voor de eischen, die aan slechthoorende chauffeurs gesteld mogen worden, heeft ook een aantal gegevens opgeleverd, die meer van klinisch en algemeen belang zijn, waarop hier de aandacht mag worden gevestigd voor wij overgaan tot nadere beschouwing van de chauffeurseischen.

Vooraf zij er dan op gewezen, dat sedert de invoering van de audiometrie, nieuwere inzichten omtrent de verandering van het toongehoor bij verschillende doofheidtypes bekend zijn geworden, doordat dit onderzoek nauwkeuriger is dan dat met stemvorken en betere registratie van de gevonden gegevens mogelijk maakt.

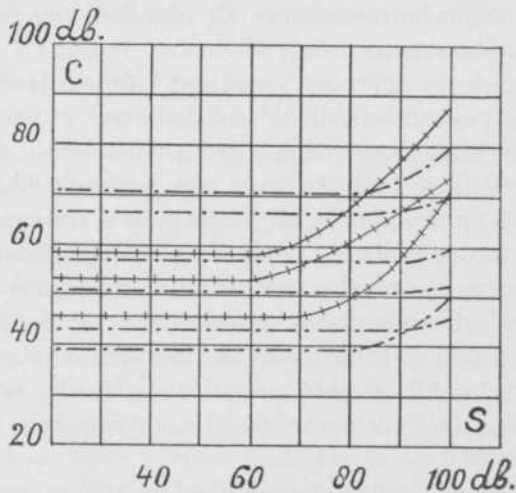
Ondanks het feit, dat bij het onderhavige onderzoek slechts luchtgeleidingsaudiogrammen op beide ooren tegelijkertijd konden worden opgenomen en de beengeleiding dus niet geregistreerd werd, was het mogelijk toch een aantal nieuwere inzichten te bevestigen.

In de eerste plaats dan bleek het aantal basdooven, die een uitsluitend, of althans een sterk overwegend, hoorverlies aan de baszijde alléén van de toonschaal hadden, zeer gering, terwijl het aantal slechthoorenden van gemengde vorm zeer groot was. Daarbij vertoonden deze laatsten vrijwel allen het bekende type

van de geleidingsdoofheid (zona gravis van de fluisterspraak abnormaal verkort ten opzichte van de zona acuta, Rinne—Schwabach verlengd). Weliswaar werden de hooge stemvorken vaak wel verkort gehoord, bij het opmaken van het audiogram echter bleek de stoornis aan de discantzijde veel groter, dan daaruit vermoed werd.

Indien in dit proefschrift dus gesproken wordt van overwegend basdooven, gemengd dooven en overwegend discantdooven, dan is deze differentiatie uiteindelijk op grond van het audiogram geschied. De groep van de gemengd dooven zou men voor het overgrote gedeelte bij het gewone fluister-, spraak- en stemvork-onderzoek tot de geleidingsdooven en derhalve naar oud gebruik, tot de basdooven moeten rekenen.

Niet alleen in de audiogrammen, vooral ook in de storingscurven kwamen karakteristieke verschillen tusschen de overwegend basdooven en de gemengde vormen van doofheid voor, zooals in de voorgaande § bleek. De verschillen in storingscurven zijn zoo karakteristiek, dat hier nog een aantal daarvan zal



Figuur 42.

worden afgebeeld, zie fig. 42 (de streep-stippellijnen geven weer de storingscurven van de gemengd-, de gestreepte lijnen van de basdooven aan).

Deze storingscurven brengen ons n.l. nader tot de kennis van het Paracusis Willisii-probleem.

Van oudsher is bekend, dat discantdooven nimmer, basdooven in een aantal gevallen dit verschijnsel wél vertoonen.

Burger¹⁾ en Grünberger²⁾ beschouwden het beter hooren in lawaai als een gevolg van het feit, dat hardhoorenden met Paracusic Willisii bijna allen aan basdoofheid lijden.

Grünberger deelt mee, dat slechts Zwaardemaker en Stern van de groote meerderheid der onderzoekers afwijken, doordat zij Paracusic Willisii het meest vinden bij gevallen, die met binnenoorlijden gecompliceerd en dus gemengde vormen van doofheid zijn.

Pannekoek³⁾, die in 1934 een onderzoek naar de Paracusic Willisii verrichtte, gaf een overzicht van de schrijvers, die in de latere jaren over het onderwerp hebben geschreven. Hij schrijft op pag. 49: „Alle door mij in de inleiding aangehaalde onderzoekers geven dan ook op, dat Paracusic Willisii voorkomt bij die patienten, die lijden aan een basdoofheid en dus middenoordof zijn. Volgens de Engelsche onderzoekers is Paracusic zelfs pathognomisch voor otosclerose”. Hij vond nu, dat van 62 pat. met typische otosclerose 22 gevallen van beter hooren in lawaai voorkwamen.

Men kan zich nu afvragen: waarom hadden deze 22 wél, de anderen géén Paracusic Willisii? Uit de bovenvermelde gegevens wordt dit duidelijk. Immers een groot aantal van de patienten waarbij men klinisch de diagnose otosclerose stelt, blijken bij audiometrisch onderzoek ook minstens even sterk aan de discantals aan de baszijde gestoord te worden. Dit zijn dus klinisch wel geleidingsdooven, geenszins echter uitsluitend bas-, maar gemengd dooven. De begrippen basdoofheid, middenoordofheid, geleidingsdoofheid en otosclerose, dekken elkaar in geen deele.

Het zijn nu juist de slechthoorenden met deze gemengde vorm van hoorverlies, die het verschijnsel der Paracusic Willisii vertoonen.

Dit nu is geen wonder. Pannekoek en anderen geven weliswaar op, dat het storingslawaaï, waarin het verschijnsel der Paracusic Willisii optreedt vooral auto- en tramlawaai is, en dat

¹⁾ H. Burger: „Beter hooren in lawaai,” Nederl. Tijdschr. v. Geneesk. Bd. II. 1916.

²⁾ E. H. Grünberger: „Paracusic Willisii.” Diss. Amsterdam 1918.

³⁾ F. J. M. Pannekoek: „Onderzoekingen over het hooren in lawaai.” Diss. Gron. 1934.

dit *overwegend* laag van karakter is, hetgeen, zooals bleek, in zooverre het geval is, dat dit lawaai, zooals in hoofdstuk IV is gebleken, inderdaad vele componenten aan de baszijde vertoont, dat neemt niet weg dat dit storingsgeluid een continu spectrum heeft. Dit continue spectrum stoort nu, zooals wij bij de storingscurven van de normale zagen, ook alle frequenties van de hoorbare toonschaal vrijwel gelijkmatig. In dit opzicht verschilt echter de slechthoorende, die over de heele toonschaal een bijkans gelijk hoorverlies heeft, weinig van de normale, slechts begint de storing hier bij een hooger intensiteitsniveau van het storingslawaaï.

Indien nu een geluid, hetzij aan de bas-, hetzij aan de discant-, hetzij in de middenzone van de toonschaal gelegen, slechts sterk genoeg is om de drempelwaarde van den patient te overschrijden, dan wordt het verder vrijwel ongestoord waargenomen, mits het storingsgeluid niet ál te hooge waarden bereikt.

Zooals uit de curven blijkt (fig. 42) begint de storing voor het claxongeluid bij alle gemengd dooven, onafhankelijk van het feit of de drempelwaarde voor het waarnemen van dat geluid bij 40 of bij 70 db ligt, pas bij 80 db of meer op te treden, terwijl de dan optredende storing gering is.

In de auto's of treinen heeft nu het volgende plaats. De normale, gestoord door 't lawaai, wordt daardoor verdoofd en verheft zijn stem. Zoolang het lawaai onder de 80 db blijft, of in sommige gevallen zelfs tot 90 db of meer aangroeit, heeft de gemengd doove daarvan geen last. Indien de mate van zijn doofheid niet te groot is en de spraakklanken door de normalen met stemverheffing gesproken dus de drempelwaarde overschrijden, treedt ongestoord waarnemen daarvan op. Anders echter met de basdooven, waarbij veel spoediger storing optreedt, en wel sterker naarmate zij meer alleen basdoof zijn, minder erg naarmate zij de gemengde vormen naderen. Is het hoorverlies van de gemengd dooven over de heele zone te groot, ligt dus de drempelwaarde voor het waarnemen van geluiden te hoog, dan zal bij hen ook geen paracusis meer optreden.

Hiermede is dus een verklaring gegeven voor 't feit, waarom sommige „basdooven” of „middenoordooven” *wel*, anderen *geen* Paracusis Willisii vertoonen. Enkele gevallen mogen dit nader illustreeren.

1. Mevr. M. 35 jr. Anamnese: Pat. is sedert haar 16e jaar lijdende aan slechthoorendheid, vooral op het rechter, maar ook op het linker oor, hetgeen langzamerhand is ontstaan. Op 19 jar. leeftijd zou er na een angina een middenoorontsteking rechts opgetreden zijn, oorpijn of oorloop heeft ze er echter niet aan gehad. Na de geboorte van haar oudste kind verergerde de doofheid niet, wel na de geboorte van het jongste kind en wel trad deze verergering vrij plotseling op. De subjectieve lasten zijn thans betrekkelijk gering, zij hoort bij inspanning een hooge toon, (die bij onderzoek met de toongenerator bij 1000 Hz. blijkt te liggen). Zij heeft nimmer duizelingen gehad en lijdt daar ook thans niet aan. *Spontaan geeft zij een sterke Paracusis Willisii aan.* De verdere anamnese levert geen bijzonderheden op.

Familie anamnese: Grootmoeder is op $\pm$ 50 jar. leeftijd hardhoorend geworden, zuster van de grootmoeder en vader van de grootmoeder eveneens, doch alle waren boven de 40 jaar toen zij doof werden.

Status praesens: Geen objectieve afwijkingen aan oor, neus of keel. Geen trommelvliesafwijkingen.

Functioneel onderzoek:

Fluïsterstem:

L. oor.

zona gravis: 0/25 m.

zona acuta: 0/50 m.

R. oor.

een enkel woord wordt a.c. gehoord.

conversatiestem 0/50 m.

	Luchtgel.	Beengel.	Luchtgel.	Beengel.
C ¹	6/60	30/35	4/60	25/35
C ²	4/80	18/18	2/80	21/18
C ³	15/20	—	6/20	—
C ⁴	4/20	—	0/20	—

Rinne bdz. negatief.

Schwabach C₂ links niet, rechts iets verlengd.

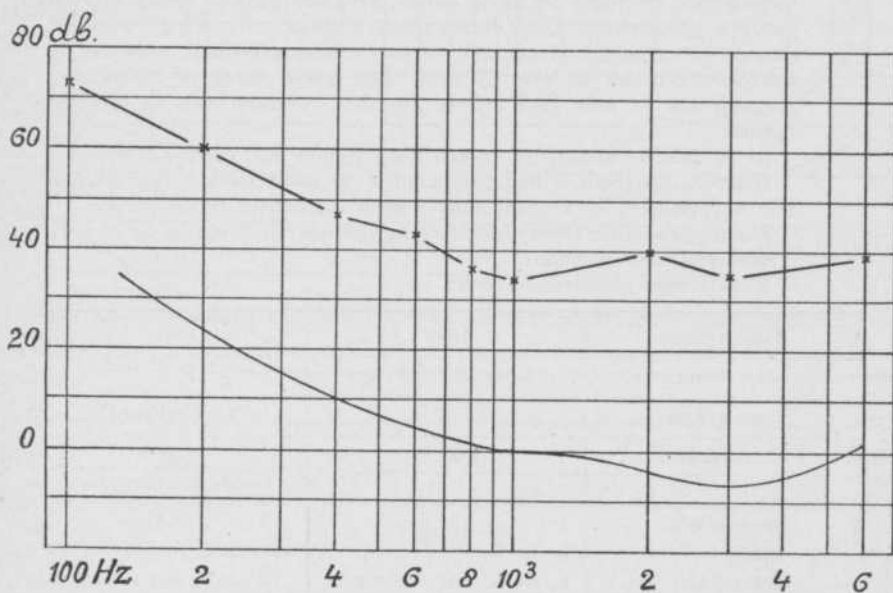
Weber gelateraliseerd naar rechts.

Bij de proef van Gellé wordt de stemvork links minder duidelijk, rechts onveranderd gehoord.

Op grond van het fluïsterstem-onderzoek, de beiderzijds negatieve Rinne, de iets verlengde Schwabach rechts en de lateralisatie van de Weber, naar 't meest gestoorde oor, zal men hier een geleidingsdoofheid, rechts wellicht met stapes ankylose diagnosticeren en de patiënte bij de basdooven rangschikken, al wijst de verminderde waarneming van c⁴ er dan ook op, dat de discantzijde ook niet geheel ongestoord is.

Een zuiverder oordeel over het toongehoor geeft echter de auditusbepaling met de audiometer, waaruit blijkt, dat patiënte's hoorverlies aan de discantzijde ongeveer even groot is, zoodat over het heele audiogram vrijwel een gelijkmatig hoorverlies

optreedt. (Zie fig. 43, waarin de gebroken lijn de drempelwaarde van het toongehoor van patiente aangeeft, terwijl de getrokken lijn de isophoon van 0 db van Fletcher en Munson voorstelt.)



Figuur 43.

In de vorige paragraaf is reeds over deze patiente gehandeld, waar sprake was van storing door lawaai.

Haar storingscurve is ingetekend in fig. 18, als onderste van de beide streep-stippellijnen.

Men kan dus aannemen, dat bij deze soort patienten een vrijwel ongestoord hooren optreedt, wanneer slechts de te hooren geluiden (hetzij spraakklanken, hetzij signalen of andere geluiden) die sterkte bereiken, dat zij eenmaal de drempelwaarde van de patient overschrijden en het storingsgeluid niet al te sterk wordt.

Indien echter het hoorverlies van de patient zoo groot wordt, dat de drempelwaarde slechts nog door zeer sterke geluiden kan worden overschreden, dan kan van een eigenlijke Paracusis Willisii geen sprake meer zijn. Het volgende geval van een patient met een snel voortschrijdend hoorverlies, die 1½ jaar geleden nog een duidelijke Paracusis Willisii vertoonde, maar

eenige maanden geleden mededeelde, geen Paracusis Willisii meer te hebben, kan dit nader illustreren. Hier volgen de gegevens over dezen patient:

Pat. R. v. D., 33 jaar; anamnese 1936: Sedert ± een jaar vrij snel toenemende doofheid op beide ooren, gepaard gaande met veel subjectieve geruischen; geen duizelingen, nimmer ontstekingsprocessen aan de ooren gehad. Heeft een sterke Paracusis Willisii, verstaat de conversatiespraak in een rijdende trein goed, heeft in de gewone omgang echter zeer veel moeite met het verstaan van de gewone spraak.

In de familie anamnese komen geen lijders aan doofheid voor.

1938: de doofheid is nog toegenomen, de subjectieve oorgeruischen zijn verminderd, er bestaat echter geen Paracusis Willisii meer.

Status praesens: Geen objectieve afwijkingen aan oor, neus of keel. Trommelvliezen normaal.

Functioneel gehooronderzoek:

1.	Fluisterstem	1936	1938
	zona acuta:	L. en R. 0.10 m.	a. e.
	zona gravis:	L. en R. a. e.	niet gehoord
2.	conversatiestem	1.00 m.	0.25 m (luide conversatiest.)
3.	Stemvorken Rinne Schwabach Weber	L. en R. — L. en R. iets verlengd niet gelateraliseerd.	L. en R. — L. en R. iets verlengd niet gelateraliseerd.

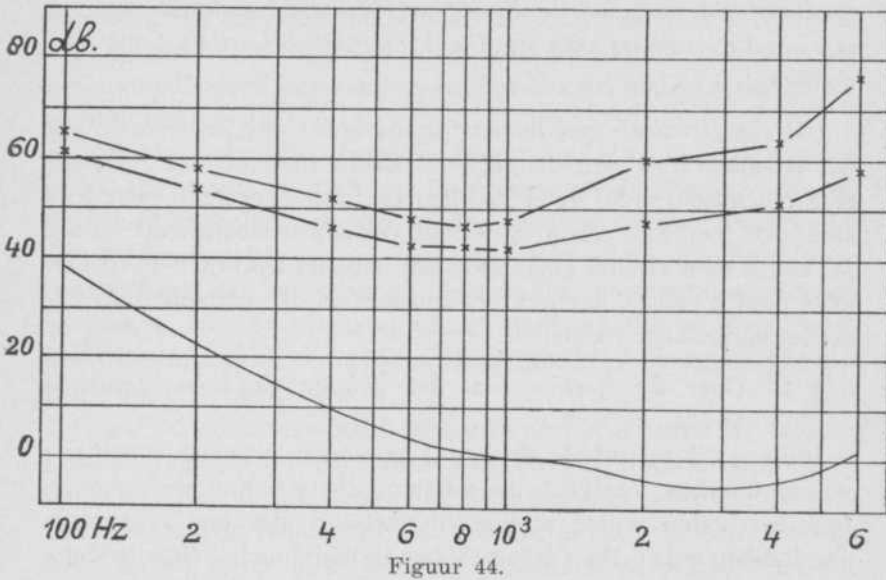
	Linker oor				Rechter oor			
	Luchtgel.		Beengel.		Luchtgel.		Beengel.	
	1936	1938	1936	1938	1936	1938	1936	1938
C ¹	4/60	2/60	33/35	30/35	5/60	5/60	30/35	32/35
C ²	3/80	2/80	20/18	20/18	5/80	3/80	20/18	21/18
C ³	4/60	2/60	—	—	4/60	2/60	—	—

4. Audiogrammen: zie fig. 44. De onderste gebroken lijn geeft het audiogram van 1936, de bovenste van 1938 weer. Men ziet, dat het hoorverlies over de geheele linie, vooral aan de discantzijde, nog is toegenomen.

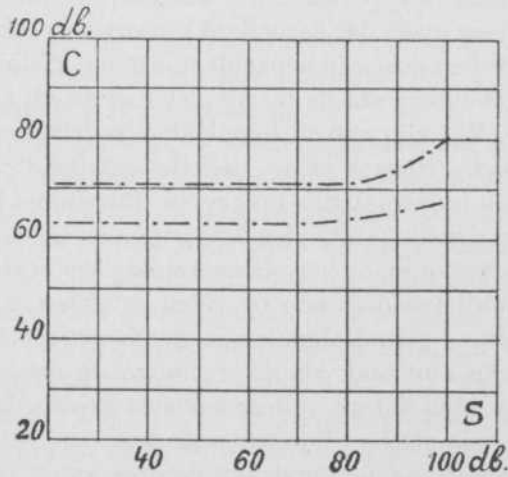
5. Storingscurven: zie fig. 45. De onderste lijn geeft de storingscurve van 1936, de bovenste van 1938 weer.

Uit deze curven is af te leiden, dat de drempelwaarde voor het waarnemen van de claxon met 7 db is toegenomen, voorts wijst de in 1938 opgenomen curve er op, dat pat. nog minder

door lawaai zal worden gestoord dan in 1936 reeds het geval was, nochtans was bij hem het verschijnsel der Paracusis Willisii verdwenen; geen wonder echter, daar zijn spraakgehoor dermate



Figuur 44.



Figuur 45.

was verminderd, dat hem de spraakklanken van de personen uit zijn omgeving, zelfs met de stemverheffing die zij door de aanwezigheid van het omgevingsniveau toepasten, niet goed meer bereikten.

Uit deze en dergelijke gevallen meen ik me, wat het Paracosis Willisii probleem betreft, aan te moeten sluiten bij de meening van Zwaardemaker en Stern, zooals deze hierboven is medegedeeld, n.l. dat de Paracosis Willisii voorkomt bij gemengde vormen van doofheid en niet bij uitsluitend basdooven.

Uit een geval als het bovenstaande blijkt ook het belang van het na-onderzoek van de patient. Mocht men er toe overgaan een slechthoorende goed te keuren, dan overwege men toch steeds of men met een progredient verloop te doen heeft en zoo ja, keure men slechts goed voor een bepaald tijdsverloop, geheel afhankelijk van de aard van het proces en de snelheid waarmee de verschijnselen toenemen.

§ 4. Over de eischen aan het gehoor van chauffeurs te stellen.

Indien wij nu uit de door ons genomen proeven conclusies willen trekken, omtrent de eischen, die wij aan de gehoorsfunctie zouden willen stellen in verband met ons vraagstuk, dan hebben wij in Hoofdstuk IV behandeld, hoe het fluisterstem-onderzoek slechts in beperkte mate een indruk kan geven over het signaalgehoor maar dat desondanks gevonden werd dat wanneer de fluisterstem over een bepaalde minimum afstand gehoord kan worden, de claxon steeds bij minder dan 40 db kan worden waargenomen. Wij zijn voorts ingelicht over het signaalgehoor bij verschillende vormen van slechthoorendheid, zoowel in geluidsarme als in lawaaierijke omgeving. Bovendien hebben wij vastgesteld over welke afstand geluidssignalen gehoord kunnen worden en in welke mate het claxongeluid in sterkte afneemt.

Indien wij nu bovendien nog te weten zouden kunnen komen over welke afstand geluidssignalen goed gehoord moeten kunnen worden, om aan hun taak als waarschuwende noodsignalen te voldoen, dan zouden wij uit al deze bekende grootheden tezamen de nog onbekende eischen kunnen postuleeren.

De vraag, die thans het eerst aan de orde komt, is dus deze: over welke afstand moet men een signaal kunnen hooren, wil er een waarschuwende beteekenis aan worden toegekend?

Rondziende naar eenige voorlichting op dit punt, zij herinnerd aan de Zwitsersche keuringseisch, die goed signaalhooren op een geschikt gedeelte van de weg op minstens 100 m.

afstand verlangt (zie Hoofdstuk II), welke eisch in werking treedt, wanneer de candidaat minder dan 5 m. fluisterstem heeft. Daar wij echter eensdeels niet weten, waarop deze voorwaarden berusten, anderdeels thans ingelicht zijn over het feit, dat men bij 5 m. fluisterstem zeer wisselende waarden voor het signaalhooren kan vinden, brengt ons dit keuringsreglement al niet veel verder.

Wat de literatuur betreft, hier was Benjamins¹⁾ de eerste en eenige, die zich met de vraag over de afstand, waarop de geluidssignalen gehoord zouden moeten worden, bezighield. Hij kwam daarbij op het idee, de remweg als maatstaf voor deze afstand aan te leggen en meende deze voorloopig op 130 m. te moeten schatten, daarbij echter nadrukkelijk aantekennend, dat deze uitkomst een provisorisch karakter droeg en theoretisch geconstrueerd was.

Gaan wij op zijn gedachtengang in en bestudeeren wij in zeer groote trekken het probleem van de remafstand van automobielen, dan blijkt alras, dat deze bepaald wordt door drie factoren, n.l. de reactietijd van den bestuurder, de conditie van het voertuig en de rijnsnelheid in verband met de staat van het wegdek²⁾.

Blijkens experimenteel onderzoek³⁾ bedraagt de reactietijd van den bestuurder in normale omstandigheden en bij normale personen ongeveer 1 seconde.

Deze tijd kan natuurlijk onder bepaalde omstandigheden, b.v. door schrik, bijzonder ingewikkelde verkeers-situaties of door onvoldoende dispositie van den bestuurder etc., verlengd worden, of, b.v. wanneer de aandacht sterk op de te verwachten prikkel gespannen is, ook korter zijn dan de genoemde seconde⁴⁾.

De tweede phase is de afstand, door het voertuig afgelegd in de tijd, die verloopt tusschen het oogenblik, dat de bestuurder op het rempedaal begint te drukken, en dat, waarop de rem in werking komt. Deze phase is bij een normale auto in goede conditie gering en kan voor de berekening verwaarloosd worden.

¹⁾ C. E. Benjamins: „Over de eischen te stellen aan het gehoor van bestuurders van motorvoertuigen.” Arts en Auto No. 3. 1 Febr. 1936.

²⁾ Zie Leerink: Op. cit. pg. 271.

³⁾ Mr. N. E. Rosendahl Huber „De ‚Schrikseconde’ bij verkeersongevallen”. Nederlandsch Juristenblad 1937, pg. 512.

⁴⁾ Zie ook Hoofdstuk II pg. 67.

Het derde onderdeel van de totale rem-afstand wordt bepaald door de remweg in engere zin, d.i. de afstand, die het voertuig bij een bepaalde snelheid nog aflegt, alvorens tot stilstand te komen. De remkracht moet daarbij het arbeidsvermogen van beweging van de wagen — $\frac{1}{2}mv^2$, waarbij m = de massa, v = de snelheid — te niet doen en neemt dus toe met het gewicht en het quadraat van de snelheid van de wagen; voorts hangt zij o.a. af van de wrijvingscoëfficiënt tusschen band en wegdek (dus ook, in dit opzicht, van de wioldruk).

Als norm voor de afstand, waarover de voetrem een (personen-)auto op een droge of nagenoeg droge weg pleegt tot stilstand te brengen, geldt, dat bij 40 km/uur snelheid een remweg van 16 m. benodigd is. Met toename van de snelheid b.v. tot 60 km. wordt de remweg dus $\frac{60^2}{40^2} \times 16 \text{ m.} = 36 \text{ m.}$ De totale remweg wordt dus voor een auto die met deze snelheid rijdt: 36 m. plus de afstand afgelegd in de reactie-seconde, hier dus $\frac{60.000}{3600} = 16.6 \text{ m.}$ In totaal is deze remweg dus 52.6 m.

Een willekeurige remweg Y , in meters uitgedrukt, is voor een willekeurige snelheid van X km./uur als volgt te berekenen:

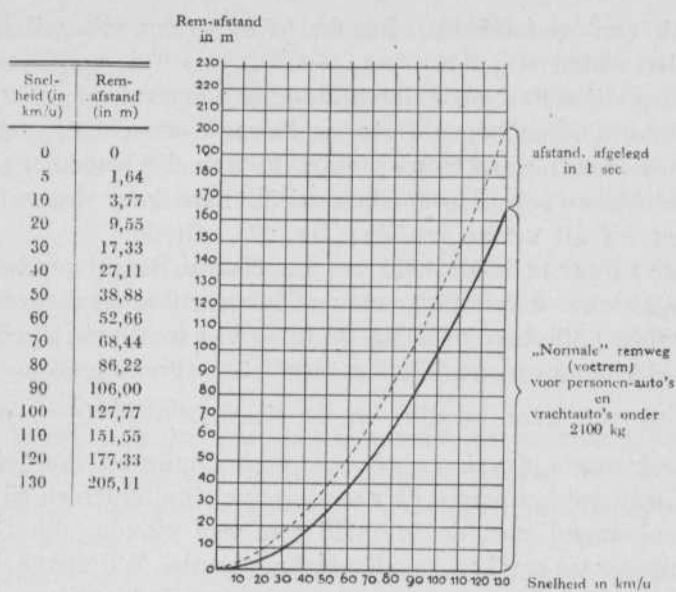
$Y = \frac{x^2}{40^2} \times 16 \text{ (remweg in engere zin)} + \frac{x \times 1000}{3600} \text{ (afgelegd in reactie-seconden)}$

$$\text{dus } Y = x \frac{(36x + 1000)}{3600}$$

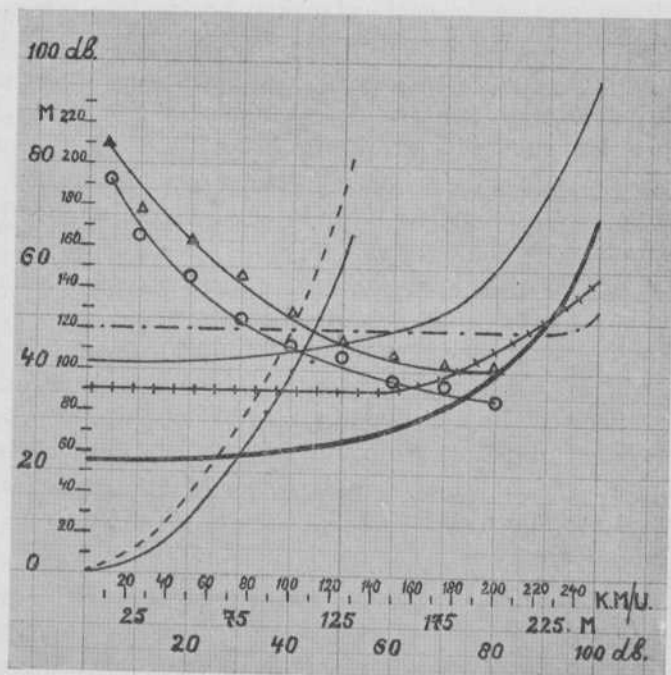
De volgende tabel en graphiek (fig. 46), overgenomen uit Leerink¹⁾ en samengesteld naar bovenvermelde formule, geven nu de rem-afstanden voor auto's weer.

Indien wij nu de gegevens uit de graphiek voor de remafstand met die uit onze figuur 21 over het verloop van het claxon-geluid in de auto en eenige uit figuur 40, voorstellende een aantal storingscurven, in één schema combineeren, daarbij op de ordinaat de remafstand in meters en de luidheid van het claxongeluid in dbs uitzettend, op de abscis de snelheid in km./uur, de afstand waarover het claxongeluid gehoord wordt en de sterkte van het storingsgeruisch in dbs, terwijl al de ingeteevende lijnen dezelfde beteekenis hebben als in de oorspronkelijke figuren, dan krijgen we

¹⁾ Leerink: Op. cit. pg. 273.



Figuur 46.



Figuur 47.

hieruit een gemakkelijk inzicht in de vraag, die wij beantwoorden willen (fig. 47).

Willen wij weten, op welke afstand de normaal- of wel slechthoorende, die een bepaald storingslawaaï, een claxon nog kan waarnemen en binnen welke afstand hij dan zijn wagen, wanneer hij met een bepaalde snelheid rijdt, kan doen stoppen, dan kunnen wij dit uit de grafiek (fig. 47) aflezen.

In de figuur is de luidheid van een claxon, die bij een bepaald storingslawaaï nog waargenomen kan worden, te vinden door op de abscis dit storingslawaaï op te zoeken (onderste rij cijfers) en in dit punt een loodlijn op te richten. Trekt men door het snijpunt van deze loodlijn en de storingscurve ($\overline{\text{---}}$ of ---) een horizontale lijn, dan vindt men op het snijpunt van deze lijn en de ordinaat het aantal db's aangegeven (buitenste rij cijfers), overeenkomend met de luidheid van een claxon, die bij dit storingslawaaï nog kan worden waargenomen. Wil men het aantal meters weten, waarop een claxon ¹⁾ gehoord wordt met deze zelfde luidheid, dan vindt men de gevraagde afstand door vanuit het snijpunt van de daarnet getrokken horizontale lijn met de curven, die het luidheidsverloop van de claxon aangeven ²⁾, een loodlijn op de abscis neer te laten. Waar deze loodlijn de abscis snijdt, vindt men dit aantal meters (middelste rij cijfers). Deze afstand is klaarblijkelijk gelijk aan het aantal meters, waarop men, bij het gegeven storingslawaaï, een claxon, die, op 7 m. afstand van de bron gemeten, een luidheid van 95 db heeft, nog kan hooren.

Teneinde tenslotte de snelheid te weten te komen, waarmee men veilig kan rijden als men de claxon over de gevonden afstand kan hooren, neemt men deze afstand als remafstand, zoekt op de ordinaat dit aantal meters op (binnenste rij cijfers) en vindt nu, door een horizontale lijn uit dit punt te trekken en het snijpunt daarvan met de stippellijn te bepalen en vervolgens uit dit snijpunt een loodlijn op de abscis neer te laten, de gevraagde kilometers per uur snelheid in de bovenste rij cijfers.

Uitgaande van een bepaalde snelheid kan men dus de rem-

¹⁾ Op 7 m. vóór de hoorn gemeten heeft deze claxon een luidheid van 95 db.

²⁾ Aangeduid met $\circ\circ\circ$ en $\triangle\triangle\triangle$, resp. voor luidheden in de auto met 1 raam open en met alle ramen gesloten opgemeten.

afstand bepalen; uit de remafstand het aantal meters, waarover een claxon gehoord moet kunnen worden en hieruit de luidheid, die een claxon van 95 db (op 7 m. afstand gemeten) bij dat aantal meters heeft, waaruit tenslotte weer de sterkte van het storingslawaaï, dat maximaal aanwezig mag zijn zonder de waarneming van het claxongeluid bij die luidheid te storen, blijkt.

Weten wij dus of de snelheid, waarmee onder bepaalde omstandigheden mag worden gereden, of de remafstand, dan volgt hieruit de minimum claxonwaarde, die gehoord moet kunnen worden en tevens het maximaal toelaatbare storingslawaaï, dat de wagen daarbij mag maken.

Produceert de auto bij de gegeven snelheid meer storingslawaaï dan toelaatbaar is, dan volgt hier direct uit, dat deze snelheid verminderd moet worden om de gehoorseischen niet in 't gedrang te laten komen.

Hiermede is het vraagstuk van de gehoorseischen aan chauffeurs te stellen in principe teruggebracht tot een verkeers-technisch probleem, n.l. welke rijsnelheid en remafstand onder bepaalde omstandigheden toelaatbaar zijn, daar wij uit deze grootheden de minimum luidheidseischen, waaraan signalen, die gehoord moeten kunnen worden, hebben te voldoen, kunnen berekenen.

Hoe groot zijn nu deze snelheden en remafstanden?

a. Bestudeeren wij eerst nog eens de remafstand, dan moeten wij allereerst nagaan of wij in onze berekeningen de enkele- dan wel de dubbele remafstand in zullen voeren. Is de enkele remafstand een voldoende waarborg voor een veilig verkeer? In geval van stilstaande obstakels zeker wel. Theoretisch moet men echter rekening houden met het geval, waarin twee tegenliggers, die elkaar met dezelfde snelheid naderen en elkaar niet kunnen ontwijken, tijdig beide tot stilstand kunnen komen, teneinde een botsing te vermijden. In dit geval moet men dus eischen, dat het waarschuwend lawaaï over een afstand, die het dubbele van de enkele remweg bedraagt, gehoord moet kunnen worden.

Practisch is deze eisch waarschijnlijk te zwaar of alleen geldend voor geringe snelheden. Immers indien de situatie zoodanig is, dat men vooruit zóó weinig overzicht heeft, dat men een tegenligger niet kan zien en dat bovendien als er een tegenligger op zou duiken, uitwijken onmogelijk zou zijn, dan is zeer

geringe snelheid een eerste vereischte. Behalve dan bij deze geringe snelheden in dergelijke zeldzame situaties, worden waarschuwendende signalen hetzij recht vooruit, — hetzij van links of rechts gegeven —, slechts toegepast om aan te duiden, dat men wil passeeren, voorrang verlangt etc. waarbij dan vaart wordt verminderd, uitgeweken, of door een der beide wagens doorgereden, terwijl de andere stopt etc. In deze gevallen kan dus met de enkele remafstand genoeg worden genomen.

Acustische signalen zijn voorts bij het onderlinge automobieler verkeer vooral van belang bij 't passeeren, in dit geval speelt de remafstand geen rol.

Uitgaande van de eisch, dat voor een veilig verkeer het hooren van signalen over de dubbele remafstand noodzakelijk of althans wenschelijk is, stelt men aan het gehoor dus zeker niet te geringe, eerder te zware eischen.

Voor dit geval is uit de vorige graphiek de volgende tabel te berekenen. Hierin wordt een indruk gegeven van de verhoudingen tusschen snelheid, enkele en dubbele remafstand, de claxonluidheid van een tegenligger op deze laatste afstand en het storingslawaaï van de eigen wagen, waarbij deze claxon nog gehoord zal kunnen worden.

a. Snelheid in km./uur.	b. Remafstand in meters.		c. Luidheid v. d. claxon in dbs op de afst. sub b^2 beluisterd in de auto.		d. Sterkte storingslawaaï in dbs waarbij de sub. c genoemde claxonwaarden nog gehoord kunnen worden.	
	b' enkel	b^2 dubbel	ramen dicht	1 raam open	ramen dicht	1 raam open
40	25	50	57	65	95	98
50	40	80	48	55	88	94
60	50	100	45	50	85	90
70	67.5	135	40	45	80	85
80	80	160	37	41	77	81
90	100	200	35	40	75	80
100	120	240	—	—	—	—

Men ziet hieruit dus het volgende: *naarmate de snelheid toe-*

neemt, is het toelaatbare storingslawaaï geringer, naarmate het storingslawaaï in intensiteit stijgt, neemt de toelaatbare snelheid af. Immers, hoe grooter storingslawaaï, hoe gevaarlijker rijden en hoe minder snelheid toelaatbaar is. Daar echter in de practijk met toenemende snelheid het storingslawaaï vermeerderd, stellen deze twee factoren elkaar een grens.

Beschouwen wij nog eens de in hoofdstuk IV gegeven cijfers over het lawaaï in rijdende auto's opgemeten, dan blijkt, dat in 't algemeen gesproken de sterkte van het storingslawaaï in personenauto's bij snelheden tot 80 km. niet meer of niet veel meer bedraagt dan theoretisch toelaatbaar is.

Bij hogere snelheden is dit anders, voor onze berekeningen kunnen wij dit echter buiten beschouwing laten, immers, zooals wij in hoofdstuk II gezien hebben, treedt de waarde van de acustische waarschuwing alleen naar voren als de situatie, door welke oorzaak dan ook, onoverzichtelijk is. Onoverzichtelijke situaties echter eischen geringe snelheden.

Wat de vrachtwagens betreft, hierbij treden ook bij betrekkelijk lagere snelheden grootere lawaaïsterkten op, voor deze categorieën wagens bestaan echter afzonderlijke maximum snelheidseischen die, mits goed in acht genomen, er tevens voor zorgen, dat het storingslawaaï niet te sterk wordt.

b. Hoe groot is nu de toelaatbare snelheid onder omstandigheden waaronder acustische signalen beteekenis hebben?

Ik refereer mij geheel aan Leerink¹⁾, als hij, over de maximaal toelaatbare snelheid handelend, het volgende opmerkt (pg. 275):

„Overal echter waar lintbebouwing is, waar zijstraten op de verkeersweg uitmonden, veelal door boomen of huizen onzichtbaar gemaakt, waar tramkruisingen of -halten aanwezig zijn, waar de toestand van het wegdek te wenschen overlaat, tracé of profiel van de weg gevaar opleveren en in het algemeen overal, waar snel en langzaam rijverkeer en voetgangers zich op dezelfde weg bewegen, in al deze situaties — en derhalve op het meerendeel der tegenwoordige verkeerswegen — zal zeker niet sneller dan 60 km. per uur gereden mogen worden.”

Met deze eischen kan ik geheel meegaan. In ieder geval is het onverantwoord te rijden met grootere snelheid, als de situatie van die aard is, dat men elkaar niet kan ontwijken.

¹⁾ Leerink: op. cit. zie pg. 7, noot 1.

De situaties, zooals Leerink ze hier beschrijft, zijn nu juist die omstandigheden, waarin de acustische signalen als noodsignalen van belang kunnen zijn, zooals in hoofdstuk II is beschreven.

Houden wij ons bij het opmaken van eischen, aan het gehoor te stellen, dus aan een toelaatbare snelheid van 60 km./uur — zoo men ook op de buitenwegen zekerheid wil hebben van 70 km./uur — en daar beneden, als alleen in aanmerking komend voor het signaalhooren en eischen wij voor deze lagere snelheden een goed waarnemen van acustische waarschuwingen over de dubbele remafstand, dan zijn onze eischen zeker niet te laag.

Indien wij thans nog eens de laatste tabel beschouwen, dan blijkt uit *c*, dat indien met een snelheid van 60 km./uur gereden wordt, een claxongeluid met een minimumwaarde van 40 db nog gehoord moet kunnen worden; bij 70 km./uur wordt dit 40 db. Het toelaatbare storingslawaaï, dat bij deze snelheid op mag treden, zonder de waarneming van deze minimumclaxonwaarde te storen, is resp. 85 en 80 db.

Stellen wij derhalve aan de slechthoorenden de eisch, dat zij een claxon met een minimum luidheid van 40 db nog kunnen waarnemen bij 80 db lawaaïsterkte, dan staan deze mensen in niets achter bij de normale en zijn, wat hun gehoorsfunctie betreft, volkomen vertrouwd op de weg.

HOOFDSTUK VI.

§ 1. *Conclusies uit het onderzoek.* — § 2. *Korte samenvatting.* — *Summary.*

§ 1. *Conclusies uit het onderzoek.*

1. *Eenige vast te stellen eischen.* Als resultaat van de onderzoekingen, zooals deze in het vorige hoofdstuk zijn vervat, is gebleken, dat slechthoorenden, die een drempelwaarde voor het hooren van claxongeluid, gelegen bij 40 db, in een storingslawaaï ter sterkte van 80 db hebben, voldoen aan de eisch, te stellen aan het signaal-gehoor.

Welke slechthoorenden beantwoorden nu aan deze eisch?

1°. In de eerste plaats is het gebleken, dat slechthoorenden van het gemengde type over het algemeen niet door geluidsterkten beneden 80 db gelegen worden gestoord, ja, dat vaak nog aanzienlijk hoogere lawaaïsterkten noodig zijn om bij hen maskeerings-effect op te wekken (zie fig. 40, pg. 177).

Bij deze categorie is derhalve de minimum perceptibele waarde voor het complexe claxongeluid, zonder storing gemeten, gelijk aan de drempelwaarde voor dit geluid bij aanwezigheid van een storingslawaaï van 80 db.

Wij mogen dus concludeeren, dat een gemengd-doove met een minimum perceptibele voor claxongeluid van 40 db, ook zonder verder onderzoek in lawaaï, over een gehoorsfunctie beschikt, die als voldoende mag worden aangemerkt.

Houden wij deze eisch in het oog en wenden wij ons thans nog eens tot de conclusie van Hoofdstuk IV, pg. 132, waarin gegevens vermeld zijn over de claxondrempelwaarde in vergelijking met het fluisterstemonderzoek, dan is ons gebleken, dat het gewone fluisterstemonderzoek geen voldoende inzicht in het waarnemen van geluidssignalen geeft, met dien verstande echter, dat, wanneer het waarnemen van de hoge zone van de fluisterstem op het beste oor van de gemengd-doove mogelijk is op 4 of meer meters afstand, steeds de claxon bij een waarde van minder dan 40 db wordt waargenomen.

Ondanks het feit dus, dat de fluisterstem geen absoluut inzicht in het signaalhooren geeft, is het derhalve mogelijk *duidelijke gevallen van gemengd-doofheidstype goed te keuren, wanneer hun gehoor hen in staat stelt de hoge zone van de fluisterstem over een afstand van 4 of meer meters waar te nemen.*

2°. Wat thans de overwegend basdooven aangaat, de storingscurven, zooals deze in fig. 19 Hoofdstuk V zijn vastgelegd, toonen aan, dat zij over het algemeen relatief minder, zeker niet relatief méér gestoord worden door lawaai dan de normale. Indien dus ook zij een minimum claxonwaarde van 40 db hebben, kan men ook hen met normaalhoorenden gelijk stellen. In Hoofdstuk IV is nu gebleken, dat slechthoorenden van dit type, die over een gehoor beschikten, voldoende voor het waarnemen van de hoge zone van de fluisterstem over 6 of meer meters, steeds een claxonsignaal, bij 40 db of minder, konden hooren.

Wij kunnen dus concludeeren, dat slechthoorenden van het basdoofheidstype, die in staat zijn de hoge zone van de fluisterstem op hun beste oor waar te nemen over een afstand van 6 of meer meters, wat hun signaalgehoor betreft, niet bij de normaalhoorenden achterstaan, ook niet bij hooren in lawaairijke omgeving.

3°. *Beschouwen wij thans eens de overwegend discantdooven, dan kunnen wij concludeeren, dat deze slechthoorenden niet, zooals de gemengde vormen van slechthoorendheid en de overwegend basdooven, bij een bepaalde minimum-fluisterstem of een bepaald minimum-signaalgehoor, mogen worden goedgekeurd.*

In de eerste plaats is dit zoo, omdat zij sterk door lawaai gestoord worden. Al heeft men bij hen in de stilte gemeten voldoende minimumwaarden gevonden, zoo bestaat er toch geen enkele zekerheid, dat deze menschen in het verkeers- en autolawaai een behoorlijke drempelwaarde zullen behouden; integendeel men kan met een aan zekerheid grenzende mate van waarschijnlijkheid aannemen, dat dit *niet* het geval zal zijn.

In de tweede plaats behooren tot de overwegend- of sterk discantdooven het groote heir der presbyacusislijders. Deze menschen zijn uiteraard door hun leeftijd minder geschikt voor het uitoefenen van het chauffeursbedrijf en dit wel te meer daar

hun presbyacsis erop wijst, dat hun senium niet zonder duidelijke sporen te vertoonen in aantocht, of reeds aangebroken is.

De Zwitsersche Wet, die psychotechnisch onderzoek in alle gevallen van aanvraag van een rijbewijs boven de 65 jaar eischt, is, hoewel de eenige moderne wetgeving, die deze voorwaarde kent, naar mijn meening nog te soepel. Beter is het deze leeftijdsgrens nog te verlagen en *noodzakelijk* mag dit onderzoek verlangd worden in alle gevallen, waarin men denkt met beginnende presbyacsis te maken te hebben. Vindt men een reeds behoorlijk voortgeschreden geval van presbyacsis, dat duidelijk de grenzen van het normale minder hooren op oudere leeftijd overschrijdt, dan keure men liever geheel af en *wel in dit geval ook, wanneer de afwijkingen uitsluitend op oorheelkundig gebied gevonden worden.*

Wat de verdere gevallen van overwegend discantdoofheid betreft, deze nopen, door hun aard, tot groote voorzichtigheid. Immers, indien zij dubbelzijdig zijn, wijzen zij in de overgrootte meerderheid der gevallen op bestaande of doorgemaakte ernstige aandoeningen van algemeene aard, hetzij op ziekten van het vaatstelsel, acute of chronische infectieziekten of intoxicaties, op degeneratieve zenuwprocessen of neuritiden, dan wel degeneratieve aandoeningen van het perifere gehoorapparaat etc. Ook wanneer de discantdoofheid slechts enkelzijdig is, betrachte men de uiterste voorzichtigheid, zooals het overigens in alle dubieuze gevallen beter is geen onoordeelkundige en eenzijdige beslissingen te nemen. Eenzijdige sterke discantdoofheid is steeds verdacht op intracerebrale processen, neurinomen of andere op de zenuw drukkende tumoren, eenzijdige neuritiden tengevolge van algemeene infecties of intoxicaties etc., indien het proces al niet te wijten is aan een vanuit het middenoor voortschrijdend of voortgeschreden proces. De beoordeeling van deze gevallen eischt dus reeds van uitsluitend medische gezichtshoek in het meerendeel der gevallen deskundige voorlichting, laat staan van waar het keuringseischen als hier bedoeld betreft.

Slechts onder zeer bijzondere omstandigheden, na een deskundig onderzoek in lawaai op de wijze, zooals hier is beschreven en na ook verder diepgaand medisch en psychotechnisch onderzoek zal in enkele gevallen wellicht goedkeuring voor een bepaalde tijdsduur kunnen worden toegestaan. In de andere gevallen keure men af.

De aandacht moet hier gevestigd worden op de wijze van het vaststellen van het doofheidstype.

Het is gebleken, dat in vele gevallen, die op de gewone wijze met fluisterstem en stemvorken zijn onderzocht en daarbij het basdoofheidstype vertoonden, inderdaad bij audiometrisch onderzoek een aanmerkelijk grooter hoorverlies ook aan de discantzijde aanwezig was, dan men zou verwachten. Daar dit van te voren niet is te voorspellen, moet men, teneinde zekerheid over het doofheidstype en dus over de te stellen eischen te krijgen, een audiometrisch onderzoek verrichten in al die gevallen, die een duidelijke afwijking van het gehoor vertoonen.

2. *Hoe moet gehandeld worden als niet aan de voorwaarden wordt voldaan?*

Thans moeten wij ingaan op de beantwoording van de vraag hoe gehandeld moet worden in die gevallen van bas- of gemengd-doofheidstype, die niet aan de gestelde voorwaarden kunnen voldoen. Een blik op de tabellen van Hoofdstuk IV, pg.131, overtuigt ons ervan, dat ook slechthoorenden met minder dan de genoemde fluisterstemwaarde soms een gehoorsfunctie kunnen hebben, voldoende om de verlangde claxonsterkte waar te nemen.

Dit echter kan uit het fluisterstemonderzoek alléén niet besloten worden.

In deze gevallen moeten dus de slechthoorenden op hun claxondrempelwaarde worden onderzocht, waarbij moet blijken, dat zij, in hun auto met gesloten ramen gezeten, deze over een afstand van tenminste 100 meters van de hoorn moeten kunnen waarnemen. Deze proef is op eenvoudige wijze op de weg te verrichten. Wordt deze waarde niet behaald, dan wil dit nog niet zeggen, dat de betrokken persoon ongeschikt is tot chauffeeren, alleen dat zijn gehoorseischen onvoldoende zijn. Alsdan is de aangewezen weg den candidaat nader te laten onderzoeken in lawaai, zooals dat in dit proefschrift is aangegeven. Dit zal het beste door deskundigen in daartoe geutilleerde instituten kunnen geschieden.

Op deze wijze te werk gaande, zal het mogelijk blijken een groot aantal slechthoorenden, wat hun gehoorsfunctie betreft, voor het chauffeeren als voldoende te herkennen en hun geen moeilijkheden, wat dit onderdeel van de keuring betreft, in de weg te leggen.

Wat nu degenen aangaat, die in chauffeursopzicht een onvoldoend hoorvermogen hebben, zij behoeven niet steeds zonder meer afgekeurd te worden. Immers het stellen van voorwaarden voor het gehoor impliceert, in geen deele, dat zij, die aan deze eischen niet voldoen, ongeschikt zijn om te chauffeerden.

In Hoofdstuk II zijn reeds meerdere gevallen uit de literatuur vermeld, waaruit blijkt, dat met een zeer gereduceerd hoorvermogen *kan* worden gechauffeerd, zonder dat dit tot ongelukken aanleiding *behoeft* te geven.

Enkele door mij waargenomen gevallen mogen hieraan toegevoegd en kort vermeld worden.

1. *Pat. K. S.*: 60 jaar. Landbouwer.

Korte anamnese: Pat. is als kind na mazelen doof geworden, welke doofheid de laatste tijd nog is verergerd. Hij heeft geen last van oorsuizen, duizeligheid, hoofdpijn of pijnlijke processen aan de ooren, noch zulke, die gepaard gaan met loopoeren.

Status praesens: De trommelvliezen vertoonen geen afwijkingen.

Functioneel onderzoek: Fluisterstem noch luide conversatiespraak worden verstaan. Van de stemvorken wordt C₆₄ nauwelijks gehoord bij beengleiding, volledig stemvorkonderzoek is niet mogelijk.

Bij vestibulair onderzoek blijken de labyrinthen slecht prikkelbaar te zijn!

Pat. hoort de claxon bij een minimum-waarde van 72 db! en wordt in de waarneming daarvan verhinderd door een storingslawaaï van 85 db. Zijn storingscurve verloopt verder vrijwel horizontaal, tot bij een claxonwaarde van 94 db en een storingswaarde van 87 db een vrij sterke kromming naar boven optreedt, zoodat een claxonwaarde van 100 db gestoord wordt door een lawaaïsterkte van 92 db.

Bijzonderheden: Pat. chauffeert zelf sinds 17 jaren, verstaat in een auto naar zijn zeggen beter dan daarbuiten (horizontale curve tot storingslawaaï 87 db!). Hij rijdt *uitermate voorzichtig* en heeft dan ook nooit een ongeluk gehad.

2. *Pat. H. B.*: 26 jaar. Meubelmaker.

Anamnese: Pat. is op 8-jarige leeftijd na roodvonk met hersenvliesontsteking doof geworden en heeft daarna verder zijn opvoeding op het Doofstommeninstituut gehad. Hij is verder goed gezond. Geen duizelingen.

Reeds 1½ jaar rijdt hij mee op een vrachtauto, waarbij hij van tijd tot tijd den chauffeur vervangt. Hij zegt zeer voorzichtig te rijden en is, volgens zijn zeggen, veel voorzigtiger dan de hoorende chauffeur. Voor de bochten heeft hij altijd zijn voet op de rem, terwijl de ander deze op 't gaspedaal houdt. Hij heeft nimmer een ongeluk gehad. Onregelmatigheden in het loopen van de motor *voelt* hij. Hij heeft 5 jr. met paard en wagen gereden zonder ongelukken.

Status praesens: De trommelvliezen zijn beiderzijds iets ingetrokken, vertoonen verder geen afwijkingen.

Fluisterstem: —. Conversatiestem: —. Stemvorken: —.

Audiogram: Frequenties van 50—300 Hz. voelt patient. Hij voelt

ze ook harder en zachter worden. Van 400—5000 Hz. neemt hij in 't geheel niet waar.

De claxon wordt in het geheel niet gehoord.

De labyrinthen zijn beiderzijds geheel uitgevallen!

Dat deze personen met hun onvoldoende labyrintaire functie niet-temin een gevaar op de weg opleveren, wordt in punt 3 nog nader besproken.

Kan dus niet aan de gestelde voorwaarden voor het gehoor worden voldaan, dan moet naar eigenschappen gezocht worden, die compenseerend kunnen optreden of vicarieerend daarvoor in de plaats kunnen komen, terwijl voorts de eischen aan de verdere lichamelijke toestand te stellen automatisch worden verzwaard.

Groote aandacht moet daarbij, wat de zintuigen betreft, aan de gezichtszin worden besteed, gezien de in Hoofdstuk II gepostuleerde wet, die de wisselwerking tusschen gehoor- en gezichtsorgaan aangeeft. Voorts moet de heele somatische en psychische gesteldheid van den candidaat alsmede zijn technische rijvaardigheid aan de hoogste eischen voldoen, dit alles met te meer klem naarmate de aanwezige gehoorsfunctie meer afwijkt van de gevraagde voorwaarde. In dubieuze gevallen eische men dus psychotechnisch onderzoek, dat eventueel aan slechthoorenden kan worden aangepast of met bepaalde eischen, vooral aan het reageeren op visuele indrukken te stellen, kan worden verzwaard. Het karakter en de gedragingen van den patient spelen in de beoordeeling een belangrijke rol.

Kan aan deze verzwaarde keuringseischen niet worden voldaan, om welke redenen dan ook, dan moet men deze hardhoorenden of dooven onvoorwaardelijk afkeuren.

3. *Over de keuringseischen, in verband met bij den candidaat optredende duizelingen, van otogene aard.*

Reeds werd erop gewezen, dat het een vanzelfsprekend feit is, dat patienten met duizelingen van welke aard ook, moeten worden afgekeurd. *De voorwaarden, zooals zij hierboven zijn uitgewerkt, gelden dan ook uitsluitend voor hen, die vrij zijn van duizelingen en hebben alléén betrekking op de gehoors-, niet op de vestibulaire functie.*

Hier ligt een groote moeilijkheid op oorheelkundig terrein bij de keuring van chauffeurs. Immers bij een groot aantal pathologische oorprocessen kunnen al of niet aantoonbare duizelingen

voorkomen. De uitsluitend subjectief voorkomende aanvallen van duizeligheid geven de grootste moeilijkheden. Zooals reeds eerder werd betoogd, kan ieder, die over ervaringen bij een groot aantal oorpatienten beschikt, bevestigen, dat het aantal klachten van duizeligheid, „licht in het hoofd”, en draaierigheid etc. zeer groot is, ook zonder dat men bij objectief onderzoek afwijkingen in de labyrinthaire functies kan vinden. Bij een keuring, waarbij duizeligheid derhalve ontkend wordt en men deze objectief niet aan kan toonen, moet men uitsluitend afgaan op de meer of minder groote mate van waarschijnlijkheid of de betrokkene bij zijn pathologisch oorproces ook aan duizelingen lijdt. Het zal wel door niemand ontkend kunnen worden, dat het voorspellen of vermoeden hiervan op specialistisch gebied ligt. De algemeene medicus zal bij de beoordeeling daarvan echter waardevolle inlichtingen kunnen verschaffen over de betrouwbaarheid van de mededeelingen van den patient; tevens heeft hij over het algemeen meer en langere gelegenheid den patient te observeeren en eventueele, tijdens een eenmalig onderzoek afwezige of ontkende, aanvallen van vertigo, in het dagelijksche leven van den candidaat op te merken. Bij patienten, waarbij reeds langere tijd dubbelzijdige totale labyrinthuitval bestaat, zooals b.v. bij vele doofstommen voorkomt, keure men daarom af, omdat in deze gevallen het evenwicht grootendeels bewaard wordt onder contrôle van het gezichtsorgaan. Bij donker kunnen daardoor de latente evenwichtsstoornissen manifest worden. Ik verwijs hier naar het geval van Birkholz op pg. 49 en tevens naar datgene wat hieromtrent is opgemerkt op pg. 58 e.v. en voorts naar de op pg. 201 vermelde gevallen.

4. *Over het na-onderzoek en het uitreiken van tijdelijke licenties.*

Reeds werd in het vorige hoofdstuk in het kort op het belang van het na-onderzoek van den hardhoorende gewezen aan de hand van een geval, dat eerst wel, later geen paracusis Willisii meer vertoonde. Pathologische processen aan de ooren, die vermindering van gehoorsscherpte met zich brengen, zijn over het algemeen progredient, tenzij zij van tijdelijke aard en door therapie te beïnvloeden zijn. *Dit impliceert, dat men slechthoorenden, die weliswaar aan de gestelde voorwaarden, wat betreft hun gehoorsfunctie voldoen, niet zonder meer voor onbepaalde tijd*

goed kan keuren. Verschillende auteurs, die wij in Hoofdstuk II hebben aangehaald, wijzen dan ook terecht op het belang van het na-onderzoek.

Birkholz¹⁾ meent zich, wat het tijdstip van herkeuring betreft, aan het voorschrift voor locomotiefpersoneel, nl. herkeuring na 5 jaar, te moeten houden, Quix²⁾ denkt aan eenzelfde eisch, Benjamins³⁾ verlangt slechts periodieke herkeuring zonder een bepaalde tijdsduur te noemen, Esch⁴⁾ stelt de termijn van herkeuring op uiterlijk een jaar.

Ik zou mij het liefst bij de meening van Benjamins willen aansluiten en geen bepaalde voorgeschreven tijdsduur willen verlangen, immers een zoodanig voorschrift druischt in tegen elk medisch denken, waar het erom gaat een prognose te stellen. Daar de praktijk echter concrete voorstellen eischt, lijkt het mij wenschelijk het goedkeuringsbewijs voor de duur van twee jaar te laten gelden; er worde bij de vernieuwing van het rijbewijs tevens een door een bevoegde instantie opnieuw ingevuld keuringsformulier voor het gehoororgaan verlangd. Mocht men van meening zijn, dat het niet verantwoord is iemand voor deze tijdsduur goed te keuren, dan keure men liever direct geheel af of verlange het verzwaarde onderzoek als in punt 2 pg. 200 is geëischt.

5. *Mag de beoordeeling van de gehoorsfunctie aan leeken worden toevertrouwd?*

In een aantal landen wordt, zooals ons in Hoofdstuk II is gebleken, het summiere onderzoek van de gehoorsfunctie aan de technische ambtenaren belast met het afnemen van het rij-examen, overgelaten. Slechts wanneer zij meenen, dat een afwijking in de gehoorsfunctie aanwezig is, wordt medisch onderzoek verlangd.

De voorwaarden voor goedkeuring, zooals zij in dit proefschrift zijn vastgesteld, zijn hierop niet berekend. Immers is bij de, wat de *gehoorsfunctie* (niet wat het oorlijden!) betreft, goed te keuren personen al een voldoende hoorvermogen aanwezig, dit sluit niet uit, dat zij oorlijders, en derhalve onderhevig aan

¹⁾ Birkholz: loc. cit., zie pg. 43, noot 1.

²⁾ Quix: loc. cit., zie pg. 42, noot 2.

³⁾ C. E. Benjamins: loc. cit., zie pg. 43, noot 2.

⁴⁾ Esch: loc. cit., zie pg. 71.

al de gevolgen van dien, zijn. De beoordeeling van aard, duur, mogelijkheid van progressie van het oorlijden of het optreden van duizelingen mag niet aan leeken worden toevertrouwd. *De voorwaarden voor goedkeuring, zooals hier beschreven, zijn dan ook gebaseerd op medisch onderzoek, dat zich niet alleen te beperken heeft tot het opnemen van de gehoorsfunctie, maar tevens tot alles, wat tot een behoorlijk medisch onderzoek behoort.*

6. *Over het categorieën-stelsel.*

In Hoofdstuk II is gebleken, dat men b.v. in Italië de chauffeurs, wat betreft de gehoorseischen, niet allen met dezelfde maten wil meten, en ook een aantal auteurs (Nager¹), Ulrich²)) bleek hiervan voorstanders te zijn.

Ik kan mij bij deze indeeling niet aansluiten. Naar mijn meening is men vertrouwd op de weg of men is het niet, alle chauffeurs kunnen in het verkeer onder analoge omstandigheden komen. Anders is het gesteld met de opmerking van Benjamins³), Burger⁴), Esch⁵), Ulrich²), dat van taxi- en buspersoneel, in verband met het feit, dat zij met het publiek om moeten kunnen gaan, een behoorlijk gehoor voor conversatiespraak moet worden gevraagd.

Dit verlangen is alleszins redelijk, echter zal deze eisch in de praktijk over het algemeen wel tot gelding komen, daar dit personeel voor het grootste gedeelte in overheidsdienst of althans in dienst van grotere lichamen is, die òf reeds speciale keuringsvoorschriften hebben, òf toch in ieder geval uit het groote aanbod van personeel alleen de volkomen volwaardigen zullen kiezen.

Een indeeling in categorieën, die naar mijn meening *wel* moet worden doorgevoerd, is niet een schifting naar het speciale te verrichten werk, maar zooals is gebleken, naar de aard van de slechthoorendheid.

7. *Men rade slechthoorenden af het chauffeursberoep te kiezen.*

Alle schrijvers, die zich met het onderwerp bemoeien, zijn het

¹) Nager: loc. cit., zie pg. 38, noot 1.

²) Ulrich: loc. cit., zie pg. 37, noot 1.

³) Benjamins: loc. cit., zie pg. 43, noot 2.

⁴) Burger: loc. cit., zie pg. 33, noot 2.

⁵) Esch: loc. cit., zie pg. 33, noot 1.

er wel over eens, dat het in het algemeen een slechthoorende af is te raden het chauffeeren als beroep uit te gaan oefenen, zelfs indien zij, zooals b.v. *B u r g e r*, genegen zijn vergaande concessies aan slechthoorenden, inzake hun capaciteiten om als chauffeurs op te treden, te doen. Zij gronden deze overtuiging zeer terecht op de meening, dat officieele lichamen alsook particulieren over 't algemeen toch liever een goed- als een slechthoorenden chauffeur zullen aanstellen, daarmede wellicht tegen hun zin bevestigend, dat de algemeene opinie in slechthoorendheid een gevaar op de weg ziet.

Hier zij in dit verband nog gewezen op het belang van verzekeringen voor chauffeurs: de hardhoorende loopt de kans geen afsluiting van een levensverzekering te krijgen, de verschillende levensverzekeringsmaatschappijen nemen ten opzichte hiervan, zooals mij bij informatie bleek, verschillende standpunten in.

8. *Moet men de gevonden eischen vastleggen in een keuringsreglement?*

In de beide eerste hoofdstukken is gebleken, dat in een aantal landen keuringsreglementen bestaan, die de voorwaarden, waaraan voldaan moet worden, vastleggen, terwijl dit in ons land niet, of althans nog niet, het geval is.

Het is een niet te ontkennen feit, dat een keuringsreglement voor- en nadeelen aankleven.

Wat de voordeelen betreft het volgende. Zoolang men het *primaire* keuringsonderzoek overlaat, zooals vrijwel overal en ook hier te lande gebruik is, aan den algemeenen medicus, waar zeer veel voor te zeggen is, daar deze bij uitstek degene is, die het zoo zeer verlangde overzicht over de totale psychische en somatische persoonlijkheid van den candidaat kan behouden, het eventueel verder noodzakelijke onderzoek aan meer bevoegden overlatend, zooals dit tevoren is beschreven, kan men onmogelijk verlangen, dat deze keurende persoon van alle, op de verschillende specialistische gebieden liggende eischen op de hoogte is, temeer waar deze eischen nog lang niet als vaststaand zijn te beschouwen. Hoe zal men van een algemeen arts bijvoorbeeld kunnen verlangen, dat hij zich een gefundeerd oordeel had kunnen vormen over al de in dit proefschrift vermelde, uiteenlopende eischen? En dit is dan nog maar een klein onderdeel van al datgene wat op de verschillende gebieden der medische weten-

schap is gepubliceerd, het vraagstuk der chauffeurs aangaande.

Indien nu vaste keuringseischen zijn voorgeschreven, wordt het onderzoek voor den keurenden arts aanmerkelijk verlicht en kan men aangeven in welke gevallen nader onderzoek door meer bevoegden noodig is. Tevens vergemakkelijkt het reglement hem het afwijzen in die gevallen, waarin hij wellicht uit hoofde van zijn betrekkingen tot den aanvrager geneigd zou zijn voor dezen een goedgegunstig oordeel uit te spreken. Met het reglement in de hand zou hij den teleurgestelden candidaat kunnen overtuigen van de redelijkheid van zijn uitspraak of van zijn verwijzing naar andere instanties om daarmee zich te ontlasten van de blaam van onwelwillendheid, die de betrokkene hem wellicht aanwrijft. Tevens voorkomt men, dat in dergelijke gevallen arts A wel, arts B niet goedkeurt, wat ook alweer aanleiding zou kunnen zijn tot een beïnvloeding van het oordeel van den primair keurenden arts.

Tegen het voorschrijven van keuringseischen kan men echter aanvoeren, dat deze over het algemeen de zoozeer gewenschte soepelheid in het beoordeelen van de geheele persoonlijkheid niet in de hand werkt, of dat de voorschriften te veel naar de letter, te weinig naar de geest van de wet zullen worden uitgevoerd. Doch een keuringsreglement, dat groote soepelheid toelaat, verliest veel van zijn waarde, daar het weer de subjectieve beoordeeling te veel vrij spel laat.

De kwestie van het al of niet invoeren van een keuringsreglement, als zijnde van algemeene aard, valt eigenlijk buiten het gegeven van dit proefschrift. Ik wil dan ook in dezen geen partij kiezen. Goede voorlichtingslectuur in de vorm van samenvattende artikelen, hetzij in de medische vakpers, hetzij in medisch-automobilistische bladen, eventueel onder medewerking van regeeringszijde of gesteund door groote lichamen als de K.N.A.C. en A.N.W.B., het vermijden van het publiceeren van onoverdachte, onbekookte meeningen over dubieuze kwesties, kunnen in ons land met een artsenstand, die zich wel bewust is van haar moeilijke en verantwoordelijke taak, wellicht voldoende voorlichting geven.

§ 2. *Korte samenvatting.*

1. Uit hoofdstuk I blijkt: het aantal ongevallen op de weg is schrikbarend groot; het meerendeel dezer ongevallen ontstaat

door toedoen van automobilisten. De voorwaarden, waaraan deze chauffeurs hebben te voldoen, stelle men dan ook hoog. Deze eischen liggen op medisch, psychologisch, psychotechnisch en algemeen sociaal gebied. Bij keuringen vatte men de geheele lichamelijke en geestelijke toestand van den candidaat in het oog, nimmer stare men zich bij de beoordeeling blind op een specialistisch onderdeel.

2. Hoofdstuk II geeft een overzicht over de verschillende meeningen, die op oorheelkundig gebied heerschen en welke eischen in literatuur en wetgeving gesteld worden. Het blijkt, dat geluidssignalen hun waarde als noodsignalen hebben en ook vermoedelijk zullen behouden. Waar signalen gegeven moeten worden, kan verlangd worden, dat zij ook kunnen worden waargenomen. De waarde van het gehoororgaan voor het chauffeeën is klaarblijkelijk van secundair belang, daar ook bij afwezigheid van normaal gehoor zonder ongelukken gechauffeerd *kán* worden. Bepaalde compenseerende eigenschappen moeten dan bij den chauffeur aanwezig zijn. Het blijkt, dat er vooral een vicarieerende werking optreedt tusschen gehoor en gezichts-zintuig. Bij gebrekkig gehoor stelle men de eischen aan het gezichtsvermogen bijzonder hoog. Richtingshooren speelt in druk verkeer geen rol en is in andere gevallen niet afhankelijk van het binaurale hooren; eenzijdige doofheid mag dus niet noodzakelijk tot afkeuring voeren.

3. Hoofdstuk III, de proefopstelling en geluidsintensiteitsmetingen behandelend, geeft tevens beschouwingen en proefnemingen van theoretische en praktische aard in verband met het onderwerp.

4. Uit Hoofdstuk IV blijkt, dat er slechts een zeer betrekkelijk correlatief verband tusschen signaal-gehoor en het aantal meters, waarop de fluisterstem gehoord kan worden, bestaat. Het blijkt, dat slechts geconstateerd kan worden dat basdooven met een fluisterstem (*zona acuta*) van 6 of meer meter, gemengd-dooven met een gehoor voor deze zone van 4 en meer meter, en discantdooven, die meer dan 3 meter voor deze zone, allen op hun beste oor, hadden, de claxon bij 40 db of minder konden waarnemen, ook zonder storingslawai.

Uit de verdere theoretische en praktische beschouwingen blijkt, dat het claxongeluid een continu, in de meeste gevallen harmonisch, spectrum vertoont, en componenten bevat, die ten

opzichte van de grondtoon, welke meestal in de buurt van 300 Hz. is gelegen, een aanmerkelijke sterkte bereiken. Het lawaai, dat den chauffeur omgeeft, vertoont eveneens een continu spectrum van meestal disharmonische samenstelling. Het kan een sterkte van 100 db en soms zelfs meer bereiken.

5. De invloed van het storingslawaaï op het signaalgehoor wordt in hoofdstuk V bestudeerd, waarbij blijkt, dat slechthoorenden te verdeelen zijn, wat hun storingscurve betreft, in overwegend discantdooven, die sterk door lawaai worden gestoord, gemengd dooven, die eerst bij lawaaïsterkte in het algemeen boven de 80 db gelegen, worden gehinderd, en overwegend basdooven, die niet bijzonder sterk door het lawaai worden geïmponeerd.

Vanuit deze gezichtshoek wordt het Paracusis Willisii probleem nog eens belicht, waarbij blijkt, dat het vooral de gemengddooven zijn, die dit verschijnsel vertoonen.

Vervolgens wordt uit de snelheid en de bijbehorende remafstand in combinatie met het daarbij toelaatbare storingslawaaï en het intensiteitsverloop van de claxon vastgesteld, dat gemengd- en basdooven, die bij een storingslawaaï van 80 db een minimum-perceptibele van de claxon bij 40 db hebben, practisch weinig achterstaan, wat het signaalhooren betreft, bij normalen. Daar in Hoofdstuk IV is gebleken, dat wanneer basdooven over 6 of meer m., gemengd-dooven over 4 of meer m. de zona acuta van de fluïsterstem kunnen waarnemen, hun gehoor over 't algemeen met deze minimum claxon drempelwaarde overeenkomt. Voor discantdooven gelden deze normen echter niet.

6. In Hoofdstuk VI wordt nader ingegaan op deze eischen. Het blijkt, dat indien bas- en gemengd-dooven niet aan de gestelde voorwaarden kunnen beantwoorden, zij nog niet noodzakelijkerwijze als onvoldoende, wat hun gehoor betreft, moeten worden beschouwd. Zij kunnen nader op het waarnemen van claxongeluid worden onderzocht, waarbij blijkt, dat zij deze over 100 m. moeten kunnen waarnemen. Indien dit niet het geval is, beschouwe men het gehoor als onvoldoende en stelle derhalve extra strenge eischen aan de overige functies. Alleen, indien de betrokkene over bijzondere capaciteiten beschikt, keure men in dit geval goed.

Al deze voorwaarden treden slechts in werking, als het oorlijden niet van die aard is, dat het met duizelingen gepaard

gaat. Is dit wèl het geval, dan keure men onvoorwaardelijk af.

Bij de uitreiking van het rijbewijs moet rekening met de aard en prognose van het oorlijden worden gehouden, slechts tijdelijke goedkeuring mag worden verlangd.

