Utrecht University Library
Partner in Science
Universiteit Utrecht

Experimenten over otolithenverschuiving

https://hdl.handle.net/1874/256006

Afd. 192 Med. 8 Juli 1909

:: EXPERIMENTEN OVER :: OTOLITHENVERSCHUIVING.

G. J. E. RUIJSCH.

EXPERIMENTEN OVER OTOLITHENVERSCHUIVING

Diss. Utrecht 1909

Experimenten over Otolithenverschuiving.

PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD

VAN

Doctor in de Geneeskunde

AAN DE RIJKS-UNIVERSITEIT TE UTRECHT

OP GEZAG VAN DEN RECTOR MAGNIFICUS

DR. JAN DE VRIES

Hoogleeraar in de Faculteit der Wis- en Natuurkunde

VOLGENS BESLUIT VAN DEN SENAAT DER UNIVERSITEIT

IN HET OPENBAAR

TE VERDEDIGEN

op Donderdag 8 Juli 1909 des namiddags te 2 uur

DOOR

GERARDUS JOHAN ERMAN RUIJSCH

ARTS, OFFICIER VAN GEZONDHEID

GEBOREN TE 'S GRAVENHAGE.

UNIVERSITEITS BIBLIOTHEEK UTRECHT

P. DEN BOER

Senatus Veteranorum Typographus et Librorum Editor

UTRECHT — 1909

Aan mijne Ouders

en

Aan mijne Vrouw

Het jus promovendi verschaft mij door dit proefschrift het voorrecht U, Hoogleeraren en Lectoren der medische faculteit te Utrecht, openlijk mijnen welgemeenden dank te kunnen brengen voor het van U genoten onderricht, waarvan ik door de praktijk de groote waarde des te dieper heb leeren beseffen.

Grooten dank, QUIX, *ben ik U verschuldigd.*

Wanneer ik terugblik op den tijd, gedurende welken ik onder Uwe leiding dit proefschrift mocht samenstellen, dan waardeer ik in de eerste plaats Uw uitgebreide kennis, waarmede Gij mij steeds vriendschappelijk ter zijde stond. Het voorbeeld van Uwe werkkracht, die U met groote opgewektheid, trots eigen drukke werkkring, steeds tijd deed vinden mij met raad en daad te steunen, was mij eene aansporing te meer om me door geenen tegenspoed te laten ontmoedigen. Hadt Gij niet zulk een uitgebreid materiaal van allerlei aard ter mijner beschikking gesteld, dan zou ik zeer zeker mijne proefnemingen aanmerkelijk hebben moeten beperken. Kortom, Uw steun was groot en velerlei. Niet alleen den man van wetenschap, maar ook den mensch in 't algemeen heb ik in U leeren hoogachten, zoodat ik 't me tot eene bijzondere eer reken, dat in dezen tijd een hechte vriendschapsband tusschen ons is ontstaan.

Dat Gij, Hooggeleerde ZWAARDEMAKER, *Hooggeachte Promotor, zoo welwillend zijt deze functie te willen aanvaarden, daarvoor*

breng ik U mijnen diepgevoelden dank. Herhaalde malen mocht ik Uwe zeer gewaardeerde belangstelling in mijn werk ondervinden, terwijl Uwe persoonlijke tegenwoordigheid bij enkele mijner experimenten mij ten zeerste aanmoedigde.

Ook U, VAN DER MINNE *zeg ik hartelijk dank. Wie eenigermate bekend is met Uwe drukke werkzaamheden in het Militair Hospitaal en daarbuiten, kan eerst recht beseffen welk eene offervaardigheid Gij betoondet door mij zooveel van Uwen kostbaren tijd af te staan.*

Dat ik dezen arbeid heb kunnen voleindigen heb ik in de allereerste plaats te danken aan de welwillende beschikking van DEN HEER GENERAAL MAJOOR, INSPECTEUR VAN DEN GENEESKUNDIGEN DIENST DER LANDMACHT, *waardoor ik in de gelegenheid gesteld werd in de Röntgeninrichting van het Militair Hospitaal te Utrecht te arbeiden. Hem en allen, die medewerkten om mij gelegenheid en tijd tot arbeid aan dit proefschrift te geven, zij hier mijne erkentelijkheid daarvoor betuigd.*

INHOUD.

Blz.

HOOFDSTUK I.

Historisch Overzicht 1
A. Acustische Theorieën 1
B. Statische Theorieën 13
I. Vóór Breuers Otolithentheorie 13
II. De Otolithentheorie van Breuer 23
III. De Otolithenfunctie na Breuer 31
C. De theorie van von Cyon 58

HOOFDSTUK II.

Iets over Otolithen van Beenvisschen 63

HOOFDSTUK III.

Anatomie van het gehoororgaan van Acanthias vulgaris 70

HOOFDSTUK IV.

Eigen Onderzoek 75
Eerste proevenreeks 85
Tweede proevenreeks 123

HOOFDSTUK V.

Samenvatting en gevolgtrekkingen 145

Lijst der aangehaalde litteratuur 157
Stellingen 161

HOOFDSTUK I.

Historisch Overzicht.

A. Acustische Theorieën.

Van welk een oeroude tijden de kennis van de visch-otolithen reeds dagteekent, lezen we bij KOKEN (57), waar hij ons mededeelt, dat ze reeds aan ARISTOTELES en PLINIUS bekend waren.

Ook in de middeleeuwen vinden we, volgens dezen schrijver, hun spoor terug; ze werden toen veeltijds als amulet gebezigd en de godvruchtigen van die dagen meenden in den sulcus acusticus van den otolith van sommige gadussoorten een afdruksel van de beeltenis van Heiligen te zien. Zoo werden eveneens de gehoorsteenen der Sciaeniden Petrussteenen genoemd, daar men er een afdruksel van den sleutel van de hemelpoort in meende op te merken.

Ook in de therapie en in de pathologie deden zij hunne intrede en werden als lapides percarum tegen koliek en hoofdpijn aangewend, terwijl RONDELET en ALDROVANDI de stoute hypothese opbouwden, dat deze steenen vaak den dood van de visschen zouden veroorzaken, doordat ze 's winters zóó afkoelden, dat de hersenen door hun toedoen bevroren.

De eerste beschrijving van de ligging van gehoorsteenen geeft ons CASSERIUS (20) in 1609, waar hij 't gehoororgaan van Esox Lucius beschrijvende spreekt over een „vesicula

ovalem figuram praesiferens, aquae plena, cui insunt duo corpuscula ossea discontinua, divisa ac ab omni vinculo libera."

Eerst geruimen tijd later vinden we ze terug in het geïllustreerde werk van KLEIN (56), die in 1740 verscheidene afbeeldingen van visschen geeft met, naast 't dier zelf, telkens eene levensgroote teekening van zijne otolithen. Behalve belangrijk om de fraai uitgewerkte illustraties, is dit werk ook zeer eigenaardig om de ernstige poging, die de schrijver doet ons — op dikwijls wel wat te naive gronden — over te halen tot zijne overtuiging, dat de visschen werkelijk hooren.

Eene groote schrede brengt SCARPA (92) ons voorwaarts, die, in zijn uitnemend geïllustreerd werk, dat in 1789 't licht zag, de eerste is, die melding maakt van de otolithen bij den mensch. Eigenaardig is, dat hij zijne, eerst zoo gelukkig gegrepen, zienswijze ze met vischotholithen te indentificeeren later weer loslaat. Ziehier de woorden, waarmede hij beschrijft wat hij waarnam: „E fondo membranosae huius sphaerae, dummodo nihil de sede partium immutatum sit, albida quaedam macula translucet et nitet, quam apprime tantam cum lapillis piscium et amphibiorum animalium affinitatem habere visum est, ut lapillis simile quidpiam homini quoque datum natura esse suspicati sumus. At cominus et accuratius rem examinando comperimus albidam illam maculam nervo acustico per fundum membranosae sphaerae expanso referandam esse." Van hem ook stamt 't eerst de physiologische beschouwing, dat deze steenen bij de dieren 't nuttig effect zouden hebben, dat de zenuwvezels, waarmede zij in contact staan, heftiger geprikkeld zouden worden, wanneer de geluidsgolven ook de steenen in trilling brengen, dan wanneer deze trilling slechts wordt overgebracht door de vloeistof, die zich in 't voorhof bevindt.

Het werk, 't welk COMPARETTI (23) in 1791 publiceerde, heb ik tot mijn leedwezen niet in handen kunnen krijgen.

Volgens POLITZER (83) echter was het COMPARETTI, uit zijne gedroogde praeparaten, reeds bekend, dat er eene kalkachtige substantie in 't labyrinth bij den mensch voorkomt, waarover hij zich aldus moet hebben uitgelaten: Huius modi membranam in ossibus exsiccatis ac recte asservatis, saepius pendere, novi, ceu septum sub certa figura et facie, interdum divisa, et collapsa, et continuere corpusculi albi concrementa.

De eerste mededeelingen van otolithen als zoodanig bij zoogdieren stamt van DUCROTY DE BLAINVILLE (31 en 32) in de jaren 1822 en 1829, terwijl DESMOULINS (29) zich in 1825 als de eerste persoon had opgeworpen, die ze bij den mensch had herkend, van welke ontdekking hem echter volgens BRESCHET de eer niet toekomt, daar hij als toeschouwer de onderzoekingen van BRESCHET bijwoonde en op diens publicatie vooruit was geloopen.

Die publicatie volgt weldra en in 1833 ziet het alom aangehaalde standaardwerk van BRESCHET (12) het licht, om door eenen prachtig geïllustreerden atlas (13) in 1838 te worden gevolgd.

Voor ik eenige mededeelingen doe over dit werk van BRESCHET dient hier eene plaats geruimd voor de physiologische beschouwingen van HUSCHKE (52), die in 1824 het licht zagen. Van hem dateert de eerste poging om de visschen naar hunne otolithen in verschillende klassen te rangschikken. Hij onderscheidt daartoe de drie steenen in: *lapillus* (voorhofsteen) *sagitta* (voorste slakkenhuissteen) en *asteriscus* (achterste slakkenhuissteen).

Omtrent de ophoogingen van de binnenhuid van den zakwand, welke ophoogingen in eene verdieping van de steentjes passen, (en die in onze latere beschouwingen zulk eene belangrijke plaats zullen innemen) zegt hij:

„Sie sind die *Nervenwärzchen des Ohres und betasten die Schallschwingungen der Körper*".

Omtrent 't ontstaan der steentjes deelt hij mede: „Wenn das hautige Labyrinth nur ein Athemsack ist, so können natürlich die Steinchen nichts anders sein als Darstellungen eines Kiemenbaues in demselben, die hier kalkig is. Die athmenden Gefäsze sind verschwunden und gemäsz der Bedeutung des Gehörsinns, ist blosz die Knochenbildung zurückgeblieben".

Dat hij 't echter nog niet heelemaal met zichzelf eens is, blijkt op de volgende bladzijde (blz. 24). „Sie scheinen indesz weniger zum eigentlichen Skelet der Wirbelthiere zu gehören, als zu dem der Wirbellosen, wären also, wie unsere Nägel und Zähne Ueberbleibsel von Muschel- und Schneckenschaalen".

Van de twee bovengenoemde werken van Breschet (12, 13) is voor ons 't eerste, dat in 1833 verscheen, het belangrijkste. Uit dit werk dateeren de nog heden gebruikelijke namen: otolithes, sac, utricule, systicule.

Het zij me vergund ook uit dit belangrijke werk eenige der meest treffende passages woordelijk aan te halen:

Blz. 8 reeds lezen we: „Plusieurs concrétions calceuses, tantôt pierreuses tantôt pulverulentes, nagent dans la vitrine auditive. Quand ces concrétions sont solides, pierreuses, comme cela s'observe sur les poissons osseux, nous les nommons otolithes. Ces otolithes peuvent etre désignés d'apres la place qu'ils occupent par les noms d'otolithes sacculaire, cysticulaire et utriculaire.

Si la concrétion de l'interieur du labyrinthe membraneux est pulverulente, comme on voit dans la plupart des poissons chondroptérigiens et dans les animaux vertebrés des trois classes supérieures nous la nommons otoconie.

Op blz. 28 zegt hij uitdrukkelijk: „Ainsi l'homme, comme

les animaux qui ont le labyrinthe le plus développé offre deux amas de concrétions et nous croyons êtres les premiers à signaler se fait si curieux sous le rapport de l' anatomie et si important sous celui de la physiologie.

In eene nauwgezette beschrijving uit hij zijne bevinding, dat onder 't microscoop: „on observe que cette poudre est disposé sur une lame de tissu mou et spongieux, qui tient les granulations calcaires réunies et qui fait que l'amas concret a toujours une forme arrondie ou un peu allongée. Il est flottant dans le liquide dont est rempli le sinus médian, et il paraît être retenu dans sa position par les extrémités nerveuses qui semblent se prolonger jusqu' à lui.

De physiologische rol, die ze ten opzichte van het gehoor zouden vervullen vergelijkt hij met „celle des étouffoirs d'un forte-piano". Dit verklaart hij aldus: Indien men eene zoo juist aangetikte bel in 't water stopt, houden de trillingen op, omdat de amplitudo van de trillingen van de bel eene andere is dan die van het water. Evenzoo wordt ook, door 't plaatsen van de vaste otolithen in de vloeibare endolymphe, voorkomen dat alle mogelijke hinderlijke trillingen uit de buitenwereld worden waargenomen en komen alleen die trillingen als klanken tot hun recht, die vloeistof en vaste lichamen dezelfde trillingsamplitudo geven. De otolithen zouden door hun trillen bewerken dat de tooninwerking niet langer aanhield, zoodra er een nieuwe indruk van buiten komt.

Intusschen zegt hij uitdrukkelijk dat dit eene hypothese is en geeft aan 't eind van zijn werk eene verklaring door Cagniard Latour in 1833 voor de Parijzer Academie afgelegd, waarin deze als zijne meening te kennen geeft, dat de steenachtige concrementen, door Breschet ontdekt, zouden dienen om de vloeistoftrillingen van de endolymphe te begunstigen.

Als bijlage van dit werk van BRESCHET vinden we de resultaten van onderzoekingen over de chemische eigenschappen der endolymphe en der kristallen, verricht door BARRUEL, volgens welke de otolithen zouden bestaan uit organische stof, koolzure kalk en koolzure magnesia.

Belangrijk in het tweede werk van BRESCHET (13) is nog, dat hij hierin gelijktijdig met WEBER (101), wiens werk hem tijdens 't samenstellen van 't zijne niet bekend was, wijst op samenhang tusschen zwemblaas en gehoororgaan. Ook aan de otolithen (lapilli) vinden we bij WEBER — die de visschen naar hun gehoororgaan in drie klassen indeelt — speciale hoofdstukken gewijd.

CHEVALIER (21) wierp in 1830 de hypothese op, dat 't oor drie qualiteiten van toon zou kunnen onderscheiden, n.l. toonintensiteit, toonshoogte en toonkleur. Deze drie zouden door 't oor mechanisch worden gescheiden en wel zóó, dat ze — zonder verlies van physische eenheid — door verschillende deelen van 't gehoor zouden worden waargenomen. De cochlea zou dan de biameter (intensiteit), de ampullen zouden de tonometer (toonshoogte) en 't vestibulum met zijne mergsubstantie zou de poiometer (toonkleur) zijn.

Gelukkig hebben HUSCHKE, BRESCHET, CAGNIARD LATOUR en CHEVALIER ons nu reeds voorzichtig voorbereid op de mogelijkheid, dat de mensch door phantasie zich al te snel laat verleiden tot het stellen van hypothesen, anders zouden we verschrikken van 't geen LINCKE (69), een overigens voor zijnen tijd uitmuntend oorarts en acusticus, ons in 1837 mededeelt. Als mogelijke functie van de otolithen deelt hij op blz. 515 van zijn werk mede: „Da nach BRESCHET der Sand vorzugsweise an der Eintrittstelle und Ende der Nervenbuschel angetroffen wird, und diese über die innere Flache

der hautigen Wände sich etwas erheben, so könnte man auf den Gedanken kommen, dass durch die Vibrationen das in die Flüssigkeit über den Nerven schwebende Sand veranlasst werde, sich in Figuren zu legen, die den ursprünglichen Tonen entsprechen. Damit nun diese Figuren, sie mögen sich als Quadrate, als Kreise, oder als allerlei Curven u. s. w. darstellen, in schneller Succession ihre Gestalt veränderen und alle Schattierungen der Töne den Nerven empfinden lassen könnten, war es ohne Zweifel nöthig, das der feine Sand so leicht als möglich sei und in einer Flüssigheit schwebend erhalten werde, weil die mögliche Adhaesion an membranösen Wänden eine schnelle Veränderung der Configurationen erschwert haben würde".

In hetzelfde jaar geeft MÜLLER (79) op pag. 463 van zijn werk te kennen dat z. i. de ware beteekenis van de kristallijne brei en de gehoorsteentjes overeenkomt met die van een stuk hout, dat met de hand in 't water gehouden, het mogelijk maakt de trillingen van het water waar te nemen, die men niet voelt als die hand zoo maar in 't water gestoken wordt. Hij is dan ook van oordeel dat de otolithen door resonantie den toon versterken, temeer nog, omdat ze de membraneuse deelen van het labyrinth raken, waardoor de zenuw intensiever stooten krijgt, dan door de vloeistof alleen.

Een belangrijk werk, dat ik trots zeer veel moeite niet in handen heb kunnen krijgen, verscheen over dit vraagstuk in 1840 van de hand van KRIEGER (64). 't Geldt hier eene Berlijnsche dissertatie, getiteld: „De Otolithis". Het belangrijkste van deze dissertatie vinden we weergegeven bij KOKEN (57). KRIEGER neemt evenals MÜLLER aan, dat de otolithen tot doel hebben, den, in 't labyrinthwater opgewekten, toon te versterken, waartoe ze zich ook wegens hunne samenstelling uit tal-

looze, veelvlakkige prisma's bijzonder goed zouden eigenen. Deze versterkte toon zou door hen òf direct aan de aan hen insereerende zenuw worden overgedragen, òf indirect door den sacculuswand, òf, in 't geval ze niet dicht hiertegen aanliggen, door tusschenvloeistof.

Hunne beteekenis zou vooral daarin gezocht worden, dat ze de trillingen der lucht, welke in 't water zwakker worden en daardoor ook in 't labyrinth slechts geringe toongolven opwekken, in de noodige mate versterken. Waar dit tengevolge van eene onmiddelijke betrekking tusschen gehoororgaan en buitenwereld niet noodig is, worden ook de otolithen meer week, minder vast, en dus ook minder geschikt om den toon te versterken.

Ook de bouw der visch-otolithen is KRIEGER meer duidelijk dan eenen zijner voorgangers; de ringvormige samenstelling is hem bekend, zooals ze trouwens ook reeds aan WEBER bekend was. Daar hij soortgelijke kristallen ook terugvond in de chorioidea en in 't peritoneum, besluit hij, dat deze kristallen niet alleen 't oor toekomen, maar *producten zijn van zenuwarbeid*, waardoor de, in de zenuwsubstantie overtollig geworden, zouten afgescheiden zouden worden.

CUVIER (25) geeft wel is waar geen phylogische verklaring van de functie der otolithen, maar zijn eerst geuitte beschouwing, waarop hij later terugkwam, is te eigenaardig, om ze hier niet weer te geven. Volgens DUMÉRIL n.l. heeft CUVIER eerst omtrent de vischotolithen geleeraard: „La cloison que ces osselets forment dans les sacs qui les contiennent, au moyen des membranes intérïeurs de ces mêmes sacs, et les fibres nerveuses dont cette cloison est garnie, portent à regarder ces sacs comme assez analogues à l'organe à deux loges, que nous nommons limaçon dans l'homme à cause de sa forme.

Later echter kwam CUVIER hierop terug, daar bij dieren, die wel een cochlea hebben, evenzeer „des petits concrétions sur lesquelles s'épanouissent des filets nerveux" bestaan.

Bij HYRTL (53) zoeken we vergeefs naar mededeelingen omtrent de otolithen. Belangrijk is het echter te vernemen op welke gronden hij er toe besluit, dat het booggangen-apparaat dient tot waarneming van de toonsrichting.

Aangenomen, zegt hij, dat een van de wegen waarlangs de toongolven, die den schedel treffen, langs het slaapbeen voert, dan wordt één van de drie kanalen bij voorkeur getroffen door eene bepaalde richting der geluidsgolven en zet 't labyrinthwater in dezelfde richting in trillingen.

Uit deze drie richtingen volgt dan, daar een lichaam, dat om drie loodrecht op elkaar staande assen draaibaar is, in iedere richting draaien kan, dat voor 't gehoorzintuig geen richting der geluidgolven verloren gaat, waarbij het oordeel intervenieert. Daaraan schrijft hij 't toe, dat bij de Cetaceeën de canales semicirculares des te kleiner worden, naarmate het rotsbeen uit de rij der schedelbeenderen treedt en naarmate zijn verbinding met deze laatsten meer door weekdeelen bemiddeld wordt.

HASSE (46) levert in 1867 een mooi stuk anatomie over de booggangen bij vogels en bespreekt daarin ook uitvoerig de otolithen. Na eene beschrijving der otolithenkristallen, die onregelmatig in eene membraan zijn ingebed, zonder dat ze met de haren der cellen in verbinding staan, meldt hij, dat hij de otolithen houdt voor een kristallisatie-product in de massa. Ook over de vermoedelijke functie der otolithen spreekt hij zich uit (blz. 641). Hij is van meening dat de trillingen der haartjes van de staafjescellen den zenuwprikkel opwekken en de gehooraandoening bewerken en wel op twee wijzen, 't zij

direct door de, in de endolymphe door middel van den stijgbeugel opgewekte, golven, (op gelijke wijze als in de ampullen) òf door de, op de otolithenmassa of op de membrana tectoria door de endolymphe opgewekte, trillingen. Zoo is zijns inziens ook physiologisch eene eenheid van functie verkregen.

In 1870 vinden we de beschouwingen van HELMHOLTZ (47) over de otolithen weergegeven. De otolithen schijnen hem bijzonder geschikte vormsels om bij elke plotselinge beweging van het labyrinthwater eene mechanische prikkeling van de zenuwmassa op te wekken. De fijne en lichte membraan met de ingeweven zenuwmassa zou de beweging van 't water oogenblikkelijk volgen, maar de zware kristallen zouden langzamer in beweging gezet worden en ook hun beweging weder langzamer verliezen, waarbij ze de zenuwmassa deels trekken, deels drukken zouden. De otolithen zouden op deze wijze dienen om geruischen waar te nemen, daar ze als 't ware zijn ingericht tot 't waarnemen van stooten en onregelmatige trillingen.

WUNDT (104) in 1880 en BRUCKNER (18) in 1888 sluiten zich hierbij aan. WUNDT houdt zich overtuigd, dat bij lagere dieren de otolithen zeer zeker voor 't gehoor dienen, vooral overtuigd na eene mededeeling van HENSEN dat op verschillenden toon door verschillende haren werd gereageerd. Bij hoogere dieren zouden de otolithen dienen voor specifieke geruischwaarneming, daar een geruisch naast de verschillende tonen, waarin 't ontleed kan worden, ook een specifieke geruischcomponente zou geven.

BRÜCHNER (18) beweert bij 't wakker worden, als zijn wekker afloopt, zeer duidelijk te bemerken, dat eerst zijn cochlea wakker wordt en later eerst zijn otolithen.

In 1876 verschijnt een proefschrift van MEIJER (77), waarin we fijn uitgewerkte anatomische détails over 't otolithenorgaan

vinden; hij vergelijkt de otolithen, 't „appareil de recouvrement", met de iris, hunne werking met de accommodatie; ze zouden hoofdzakelijk dienen tot voorkomen van te sterke prikkeling van de zenuwuiteinden.

HENSEN (48) trekt in 1886 partij voor de geruischtheorie van HELMHOLZ. Hij doet dit op grond van de volgende overweging. „Bij plotseling aanvangen van eene sterke beweging (door slag op klinkenden cylinder) komt het gedempte apparaat (otolithen op de macula) al terstond tot zijn bewegingsmaximum, het ongedempte (snaren en orgaan van Corti in de Cochlea) doorloopt eene rij van bewegingen voor het te bereiken bewegingsmaximum is bereikt en evenwicht tusschen dit en de gedempte massa is opgetreden.

Op dit oogenblik vindt, onder rukkingen, eene snelle verandering der bewegingen plaats, die prikkelend kan werken. Omgekeerd komt, bij ophouden van de beweging, de gedempte massa plotseling tot rust, de ongedempte massa trilt nog na, zoodat wederom snelle verandering van den spanningstoestand intreedt.

Dat HENSEN met de statische theoriën niet zoo grif meegaat, kan ons trouwens niet verwonderen, waar een deel van haar aanhangers zich mede beroept op het gebrek aan gehoorvermogen van dieren, voor welke HENSEN het hooren meende te hebben aangetoond.

In 1861 n.l. toonde HENSEN aan, dat jonge exemplaren van verschillende soorten van kreeften, in een aquarium geplaatst, wel reageerden op slagen tegen den bodem daarvan, mits deze slagen een geluid opwekten en niet zoo dit geluid uitbleef. Vooral dieren die in eene waterige strychnine-oplossing waren gedompeld, waren voor dezen prikkel hoogst gevoelig. Uit een en ander meent HENSEN zeker tot eene gehoorfunctie bij deze

dieren te kunnen besluiten. Hoe BEER deze meening bestreden heeft, zal later worden besproken (blz. 42).

Ook SAGEMEHL (91) neemt 't in 1884 voor de acustische functie van utriculus en sacculus op. Hij bestrijdt eerst de dikwijls verkondigde meening, dat de geluidsgolven bij vischen hoofdzakelijk door de schedelbeenderen zouden worden overgebracht op het labyrinth. Hij kan met deze opvatting niet meegaan, omdat de schedelbeenderen bijna geregeld door uiterst slechte geleiders, als dikke huid en soms machtige spieren, zijn omgeven, terwijl de verhoudingen bij zeer enkele vischen slechts gunstig hiertoe zouden zijn. Hij meent echter, dat sacculus en utriculus bij vischen uiterst gunstig gelegen zijn om van uit de kieuwboog door geluidsgolven te worden getroffen. Deze zouden dan niet langs de kieuwspleet in de kieuwholte komen, maar langs de elastische platen van het operculum en suboperculum, waarboven zich alleen de dunne huid bevindt. Sacculus en utriculus zouden op deze wijze bij uitstek gunstig zijn gelegen voor geluidsperceptie.

Inmiddels tracht PREYER (85) in 1887 nogmaals het bewijs te leveren, dat de booggangen zouden dienen tot waarneming van de toonsrichting. Om de juiste richtingen te bepalen gebruikt hij een vernuftig uitgevonden 13-assig toestel, dat op 't hoofd geplaatst kan worden.

Meer en meer echter verliest de acustische theorie van het boogstelselapparaat en 't vestibulairapparaat hare aanhangers en maakt plaats voor de statische theorieën. ENGELMANN (35) draagt in 1887 al 8 jaar lang vermoedens in zijne portefeuille en komt, nu het tijdstip hem daartoe rijp lijkt, met de waarnemingen over Ctenophoren voor den dag. Geheel verlaat echter ook hij de acutische theorie niet, daar hij meent, dat het mogelijk is, dat de cristae acusticae, die geen otolithen-

bedekking hebben de acustische, de, van otolithen voorziene, maculae acusticae de equilibristische functie bedienen.

De waarnemingen van FLOURENS, de theorie van GOLTZ, de theorieën van MACH, BREUER en BROWN, de proeven van DELAGE, zijn reeds wereldbekend geworden, VON CYON ontwikkelt reeds geruimen tijd zijne theorieën. Alleen HENSEN blijft zijn geloof in de acustische functie van 't labyrinth volhouden, valt iedere nieuwe poging tot opbouwen van eene theorie over een statisch zintuig aan.

B. Statische Theorieën.

I. VÓÓR BREUERS OTOLITHENTHEORIE.

De studie van het otolithenapparaat valt voor een groot deel samen met die van 't geheele labyrinth; langzaam zien we de functie van dit apparaat zich, door den gestadigen arbeid van experimentatoren en theoretici, als een onderdeel van het geheele statische zintuig ontwikkelen.

FLOURENS (38 en 39) was de eerste, die de, tot nu toe phantastische en nevelachtige, hypothese omtrent de functie der booggangen op een vasten experimenteelen bodem bracht. Zijne experimenten, reeds in 1824 beschreven en in 1861 herhaald, zijn het uitgangspunt geworden voor de experimenteele studie der booggangen, waaruit geleidelijk de nieuwe denkbeelden over een statisch zintuig zijn voortgekomen.

Door zijne zuivere en nauwgezette wijze van experimenteeren verkreeg hij resultaten, die zijne navolgers slechts in onbeduidende onderdeelen konden aanvullen.

Zijne proeven brachten hem tot de volgende conclusie: „Il y a donc dans les canaux semi-circulaires une force qui con-

tient et modère les mouvements. Le canal antérieur modère les mouvements d'arrière en avant, le canal postérieur les mouvements d'avant en arrière, la canal horizontal les mouvements de gauche à droite et de droite à gauche".

Goltz (44) volgt de richting door Flourens aangegeven en wijst er reeds op, dat dezelfde verschijnselen ook optreden bij verwoestingen in 't labyrinth van kikvorschen, wier groote hersenen eerst verwijderd waren. Ook bij duiven bestudeert hij de verschijnselen, waarbij hij tevens bemerkt, dat het gehoor dezer dieren goed gebleven is. De verschijnselen zelf verdeelt hij in *a.* heftige postoperatieve reflectorische en *b.* blijvende, door functieverlamming van eene centripitale zenuw.

Zijn vertrouwen in de acustische functie van de booggangen raakt hierdoor aan het wankelen, wat ons duidelijk blijkt, waar hij zegt: „Aber Wer sagt uns dann, dass die Bogengänge nichts weiter sind als Gehörorgan? Dieser Satz ist ja streng geprüft, selbst nur eine Hypothese". Zijne conclusie luidt, dat hij in 't midden laat, of de booggangen gehoorapparaat zijn, maar dat ze in allen gevalle, behalve voor deze functie, dan toch ook dienen als inrichting tot behoud van het evenwicht. „Sie sind sozusagen Sinnesorgane für das Gleichgewicht des Kopfes und mittelbar des ganzen Körpers". Ter verklaring van de wijze, waarop hij zich de werking voorstelde, bouwde hij zijne *hydrostatische hypothese* op: bij standsverandering van het hoofd zal de afstand tusschen het zenuwuiteinde in de ampullen en het hoogst liggende punt van de betreffende booggang grooter of kleiner worden. De vloeistofkolom, die op de zenuwuiteinden — die hij in analogie met de tastzenuwen der huid beschouwt — drukt, zal dus in 't eene geval hooger zijn dan in 't andere, wat telkens eene veranderde verdeeling van den druk, door de vloeistof in de booggangen

opgewekt, ten gevolge zal hebben. Hierdoor zal een, voor elken stand van 't hoofd typischen, zenuwindruk worden opgewekt, waardoor in het bewustzijn een oordeel wordt gevormd over den betreffenden hoofdstand ten opzichte van 't lichaam, en indirect over onze oriënteering in de ruimte.

Hoezeer deze nieuwe ontdekkingen de aandacht trokken en verlokten tot het opbouwen van eene samenhangende theorie blijkt wel in de jaren 1873 en 1874, waarin MACH (73) BREUER (14) en CRUM BROWN (24) kort na elkander met resultaten van eene diepgaande studie, die ze — geheel onafhankelijk van elkaar — van dit onderwerp maakten, te voorschijn treden.

De taak, die ik mij bij de bewerking van dit proefschrift heb gesteld, noodzaakt mij hier af te zien van eene uitvoerige bespreking der litteratuur over het statisch zintuig in haar vollen omvang. Ik moet mij beperken tot de functie, die aan de otolithen zoude zijn opgedragen. Met betrekking tot de functie der booggangen kan ik derhalve volstaan met eene korte omschrijving van de daarop betrekking hebbende theorie. Voor diegenen, die de litteratuur over de functie der booggangen willen volgen, verwijs ik naar het, tot 1894 vrijwel complete, litteratuuroverzicht van VON STEIN (94) en de litteratuurlijst met korte inhoudsopgaven van STERN (98), terwijl voor hen, die met de studie over dit onderwerp eenen aanvang willen maken, de korte en duidelijke uiteenzettingen in de dissertaties van VAN ROSSEM (90) en MULDER (78) een zeer te waardeeren handleiding zijn.

Ik bepaal me dus met hier te vermelden, dat, volgens de tegenwoordig vrij algemeen aangenomen meening, het booggangstelsel eene inrichting is, die dient om de rotatiebewegingen om assen, in het hoofd (of kort daarbuiten) gelegen, tot waarneming te brengen. De traagheid der, in deze booggangen

opgesloten, vloeistof (endolymphe) wordt als de adaequate prikkel beschouwd, doordat bij draaiende bewegingen deze vloeistof stoot of drukt tegen de cupula der cristae, het periphere zintuigapparaat van den N. Vestibularis.

De perceptie van deze draaiende bewegingen is echter niet toereikend om het evenwicht in alle omstandigheden te regelen. Proefondervindelijk toch is aangetoond, dat ook bewegingen in andere richtingen en verder posities van het lichaam in de ruimte tot perceptie komen en dat deze gevolgd worden door eigenaardige reflexbewegingen, vooral der oogen. Voor deze functies zijn de otolithen van groote beteekenis, zooals uit het nu volgende litteratuuroverzicht zal blijken.

Breuer voelde bij zijne publicaties over de vermoedelijke werking der booggangen reeds, dat zijne theorie niet voorzag in eene verklaring van de perceptie van progressieve beweging en liggensverandering en duidt reeds op de mogelijkheid, dat de otolithen hierin eene rol zouden spelen, eene hypothese, met welke Mach (74), streng critiseerend physicus als hij is, niet zoo maar zonder bewijs kan meegaan, daar hij 't onwaarschijnlijk acht dat dezelfde zenuw tegelijkertijd blijvende liggensverandering en voorbijgaande progressie-beweging zou percipieeren. In zijne „Grundlinieën" is Mach de eerste, die de progressie-beweging nauwkeurig nagaat. Bovenal is hij in dit werk de man van physische wetten en formules, koele stoere werker naast den geestdriftigen Breuer, wiens temperament vaak opbruischt in zijne geschriften.

Voor de progessie-beweging vindt Mach belangrijke gegevens. Hij constateert allereerst, dat men, staande op eene balans, bij 't stijgen en dalen van deze, niet de relatieve ligging of de snelheid gewaar wordt, wel de versnelling. Uit proeven met de lift leert hij, dat men bij 't dikwijls herhalen van het stijgen

en dalen op den duur minder gevoelig wordt voor 't waarnemen van die versnelling. Ook het gewaarworden van de hoek- en progressieversnellingen in andere richtingen zou zich analoog verhouden, terwijl ook de constante, ten opzichte van den proefpersoon dezelfde richting houdende, versnelling ten slotte geen bewegingsaandoening meer opwekt.

Voor de progressiebeweging in het horizontale vlak gebruikte hij eenen wagen, die over rails liep, maar zeer tevreden over de resultaten hiermee is hij niet, omdat nog altijd enorm veel wrijving blijft bestaan.

De progressiegewaarwordingen worden door zuiver physische wetten beheerscht.

Door eene combinatie van scherpzinnig uitgedachte proeven weet hij aan te toonen, dat de bewegingsaandoeningen slechts in relatief geringe mate hunnen oorsprong vinden in 't bindweefsel en beenderenstelsel, in de huid, spieren, bloed, oogen en in de hersenen.

Hogyes, van wiens werk ik slechts in een referaat (51) kennis kon nemen, geeft in 1881 als zijne meening weer, dat 't verband tusschen labyrinth en oogbewegingen hierin zou bestaan, dat de vliezige ampullen als 't ware den laatsten steen zouden vormen in 't gebouw van 't oogspierapparaat en dat iedere ampulle met eene gelijknamige en met eene contralaterale oogspier in verband zou staan. Deze bewering wekt echter zoozeer 't wantrouwen op van Baginsky (4), dat deze in 1885 eenen arbeid publiceert, waarin hij tracht duidelijk te maken, dat al wat Högyes vond ontstaan zou zijn door prikkeling van de kleine hersenen. Om tot goede resultaten te komen opereert hij op honden, welke hij eerst de vooroperatie doet ondergaan terwijl hij eerst later, als de dieren geheel bekomen zijn, 't labyrinth opent, zoodat, bij dit kort ingrijpen, de narcose

kan vervallen. In de meeste gevallen vindt hij een symptomencomplex, waarbij hij, als afwijking van de gewone symptomen, ook vindt pupilvernauwing en corneaongevoeligheid. Deze ongevoeligheid in 't gebied van den N. Trigeminus vindt hij heel verdacht, wat de zuiverheid van zijn experiment aangaat.

Daar hij echter bij obductie geen hersenaandoening vindt, is hij geneigd als prikkel voor 't symptomencomplex aan te nemen de postoperatieve verlaging in bloedsdruk in de hersenen.

Ook BECHTEREW (5), die in 1883 eene uitgebreide studie publiceert over honden, bij welke hij den N. acusticus had doorgesneden bij 't foramen auditivum internum, welke honden dan verschijnselen boden analoog aan die, welke na kanaalverwoesting optreden, vindt geen genade in de oogen van BAGINSKY, omdat hij volgens BAGINSKY, bij het werken in de duistere diepte, niet zeker kon zijn van wat hij deed.

BECHTEREW neemt aan, dat de, zoowel na acusticusdoorsnijding als na kanaalverwoesting optredende, verschijnselen in onmiddelijke afhankelijkheid staan zoowel van den functieuitval van de kanalen op de geopereerde zij als van de ononderbroken doorgaande normale aandoening van de kanalen der ongeopereerde zijde. Deze disharmonie roept in het bewustzijn een gevoel van duizeligheid te voorschijn, dat als oorzaak voor de bewegingsstoornissen is te nemen.

De eerste, die we inmiddels zuiver op otolithen zien experimenteeren, is SEWALL (94) in 1883. Als proefdieren kiest hij haaien en roggen. Bij 't enkel openmaken van utriculus en sacculus vindt hij geen effect. Bij wegname van één sacculusotolith constateert hij draaien om de lengteas naar de geopereerde zijde en bij beiderzijdsche wegname een zinken naar de diepte. Als de bodem van 't vestibulum mede wordt uitgekrabd is het resultaat nog duidelijker, terwijl de bewegingen

bij het opgejaagde dier meer op den voorgrond treden, dan wanneer het dier rustig in het water verblijf houdt.

Uitdrukkelijk wijst hij er echter op, dat de kans om resultaat van de operatie te verkrijgen des te geringer wordt, naarmate nevenverwondingen vermeden worden. Hij waagt 't dan ook niet, eene positieve conclusie te trekken.

In 1886 vermeldt DELAGE (27) eene reeks proeven, waarbij hij er den nadruk op legt, dat we, met zekere fouten, de verandering van onze verhoudingen ten opzichte van de horizontale en verticale as kunnen waarnemen en dat hierbij oogbewegingen optreden, die de bewegingen gedeeltelijk compenseeren. Als prikkel voor de progessiegewaarwording neemt hij een „mouvement intérieur" aan, waaraan alle vloeistoffen en solide organen van 't inwendig lichaam deelnemen. Uitdrukkelijk verklaart hij in zijne eindconclusies dat deze „sensations de translation" en 't bewustzijn van de ruimte met hare drie afmetingen niet langs de halfcirkelvormige kanalen worden waargenomen.

Als eerste experimentator op de statische functie der otocysten bij de lagere dieren, opent hij ook hier een nieuw gezichtspunt. Reeds bij mollusken vindt hij, bij otolithenwegname, eerst prikkelings-, op den duur uitvalsverschijnselen, terwijl bij eenzijdige wegname de normale verhoudingen langzamerhand terugkeeren.

Bij crustaceeën, waar de otocyste als een klein blaasje voorkomt en dikwijls gemakkelijk en bloedeloos te verwijderen is (bij mysis bevindt 't zich b.v. op 't eindgedeelte van den staart tusschen twee lamellen), neemt hij een reeks proeven. Mysis, palaemon, gebia, corystides, carcinus maenas en polibius passeeren de revue, nu eens zonder otocysten, dan weer zonder oogen en ten slotte na wegname van beide. Zonder al de

resultaten hier afzonderlijk op te sommen, vermeld ik hier slechts de eindconclusie, dat de grootste desorienteering verkregen werd bij wegname van otocysten èn oogen, terwijl ook otocystenwegname alléén reeds belangrijke stoornissen in het orienteeringsvermogen veroorzaakte. Nam hij oogen en antennen weg, dan traden deze verschijnselen niet op. Alleen bij mysis neemt hij bij enkel otocystenwegname waar, dat ze in staat is normaal te zwemmen, terwijl wegname van otocysten en oogen geweldige stoornissen veroorzaakt.

Op grond van deze waarnemingen besluit hij, dat bij bovengenoemde dieren de regelmaat der bewegingen verzekerd wordt door drie soorten sensaties, te weten: 1. gevoelsgewaarwordingen, 2. gezichtsgewaarwordingen en 3. otolithengewaarwordingen, en wel door deze laatste allereerst. De otolith zou dan langs reflectorischen weg zijn functie uitoefenen.

Hij knoopt er eene beschouwing aan vast, op welke wijze, zijns inziens, de dubbele functie van 't inwendige oor zich zou hebben ontwikkeld. De oorspronkelijke gehoorblaas, die gehoor- en evenwichtsfuncties in zich vereenigt, zou zich allereerst splitsen in sacculus voor gehoors-, en utriculus voor bewegingsperceptie, terwijl zich nu langzamerhand vanuit deze beide slakkenhuis en kanalen, ieder met hun functie, ontwikkelden.

Dat hij aan de otocysten der vermeldde dieren deze beide functies toeschrijft, blijkt nog duidelijker, waar hij zich afvraagt, wèlk van beide functies nu wel de belangrijkste is, de acustische of de statische.

Steiner (96), die in 1888 op haaien experimenteerde, noemde reeds de voordeelen op, die deze dieren aanbieden en die ook na hem herhaaldelijk als proefdier worden gebezigd. 't Labyrinth is door eene flinke kraakbeenmassa gescheiden van de hersenholte, dus er is geen gevaar voor hersenverwonding bij

de operaties; de oorstreek is kraakbeenig, zoodat gemakkelijk eene opening van het labyrinth kan worden bewerkstelligd; de kanalen liggen oppervlakkig en 't dier zelf is taai en resistent.

STEINER zag nooit stoornissen bij kanaalverwonding of resectie, altijd daarentegen traden stoornissen op bij otolithotomie en wel rolbewegingen naar de zijde van de operatie bij eenzijdige, en onregelmatige rolbewegingen bij beiderzijdsche wegname.

Hij zegt dat „die doppelseitige Operation nichts weiter ist als eine Complication, eine Verdunkelung des ganz klaren und einfachen Versuches bei einseitigem Operiren.

Hij komt tot de overtuiging: Wir können also nunmehr, am Ohre des Haifisches operirend, nach Belieben Bewegungstörungen vermeiden oder dieselben erzeugen".

Hij ging echter nog verder; hij nam de booggangen weg, opende het voorhof en goot er parafine in. Toen volgde als resultaat: uitblijven van alle, zelfs de geringste, bewegings-stoornissen.

Bij zijn eindconclusie werpt hij alle statische theorieen over 't acustische apparaat overboord. De rolbewegingen, die bij het wegnemen van 't vestibulum zouden ontstaan, verklaart hij als prikkelingsverschijnsel van 't halsmerg.

Ook deelt hij mede, dat onder de cyclostomen de Petromyzon slechts twee, de Myxinoide slechts één booggang(en) heeft terwijl ze volgens hem toch niet minder geëquilibreerd zouden zijn dan de andere visschen. Later zullen we zien, dat deze beide laagstaande visschen in de statische theorie nog eene rol spelen en ook VON CYON's aandacht niet ontgingen.

Dat STEINER in eene andere publicatie (97) het locomotiecentrum in de medulla oblongata zoekt op grond van hersendoorsnijdingen bij haaien en hagedissen, terwijl SCHRADER (92) dit weerspreekt na herhaling van soortgelijke proeven bij kikvorschen, zij hier slechts terloops medegedeeld. Vermeld zij ook

nog dat de laatste door doorsnijding der beide acustici bij hun intrede in de gehoorkapsel soortelijke stoornissen opwekt als welke ontstaan na verwijdering van het vliezig labyrinth.

Aangespoord door de mededeeling van DELAGE acht ook ENGELMANN (35) het tijdstip gekomen om eenige waarnemingen te publiceeren, waarvan hij meldt dat hij ze reeds acht jaar in portefeuille heeft.

't Geldt proeven, verricht bij Ctenophoren. Bij deze lagere dieren rust de bolvormige otolith op vier penachtige elastische plaatjes, die cilieen dragen. De plaatjes communiceeren met de epitheliumcellen van de zintuigpool, van waaruit acht uitloopers naar de acht over het dier verloopende ribben gaan, welke ribben zwemplaatjes dragen. Volgens ENGELMANN is hier de otolith dus zoodanig geplaatst, dat de frequentie der bewegingen, hare energie, vorm en richting zeer gevariëerd kan worden naarmate bij scheefstand de otolith anderen druk op de celstrengen uitoefent en daardoor het spel der zwemplaatjes zoo beïnvloedt, dat eene compensatorische lichaamsbeweging gemaakt wordt. Bij wegsnijden der zintuigpool valt werkelijk de reguleering weg, waarin hij 't bewijs ziet, dat in allen gevalle van uit die pool de reguleering plaats grijpt. Na 't geen DELAGE nu mededeelt durft ENGELMANN wel als vaststaand aannemen dat aan den otolith, die met de zintuigpool weggesneden is, de functie van 't behoud van het evenwicht moet worden toegeschreven en wel zuiver mechanisch n.l. op deze wijze, dat de otolith er door middel der zwemplaatjes naar streeft, dat de hoofdas van het lichaam onder alle omstandigheden in de normale loodrechte houding verblijft.

Ook andere argumenten doen hem overhellen naar 't geloof aan de statische functie van 't otolithenorgaan, als daar zijn: het vastzitten van otolithenlooze, 't bewegen van otolithen-

dragende dieren en 't feit dat de otolith zoo vaak met hefboomachtige elementen in verbinding staat. Ook zou 't in allen gevalle van groot voordeel zijn als 't lichaam zuiver mechanisch, buiten het bewustzijn om, door middel van een blindwerkenden reflexmechanismus voor 't evenwicht zorgen kon.

Waar JAMES (54) reeds in 1882 zijne belangrijke mededeelingen over subjectieve gewaarwordingen van desoriënteering bij doofstommen had gedaan is 't dubbel belangrijk dat we in de doorwrochte verzameling van 118 gevallen van pathologische veranderingen bij obductie in het labyrinth van deze patienten door MYGIND (81) in 1890 verzameld, geen gevallen vermeld vinden, waarbij alleen utriculus en sacculus zijn aangedaan, zoodat de veronderstelling, dat hierin de functie voor 't gehoor niet besloten is, hierdoor niet wordt weersproken.

II. De otolithentheorie van Breuer.

Eene volledige en tot in kleine bijzonderheden uitgewerkte theorie over de functie van het geheele vestibulairapparaat is door BREUER in 1891 gegeven (15) en na dien tijd (16) door hem nog op verschillende punten aangevuld.

BREUER ontleende de feiten, waarop hij zijne theorie opbouwde, aan de anatomie, de vergelijkende anatomie en de physiologie en vermeerderde deze nog door eigen waarneming.

Door deze soliede fundamenten geschraagd, heeft zijne theorie den storm, door enkele tegenstanders fel aangeblazen, weten te trotseeren, zoodat weldra alle andere theorieën op den achtergrond gedrongen waren en de statische theorie van BREUER in den tegenwoordigen tijd bijna algemeen aangenomen wordt.

Deze theorie kan in twee gedeelten gescheiden worden, die historisch na elkander ontstaan zijn.

Het eerste gedeelte beschouwt het stelsel der booggangen als het apparaat voor de waarneming van hoekversnellingen, hetgeen reeds in 't voorgaande is vermeld.

Het tweede later ontstane gedeelte beschouwt het otolithen-apparaat als een zintuig, dat zoude dienen voor de perceptie van progressieve bewegingen en voor de perceptie der standen van het hoofd.

Beide gedeelten van het inwendige oor werken steeds in onderlingen samenhang, waardoor dit orgaan het hoofdzintuig wordt voor de reguleering van het evenwicht.

In dezen gedachtengang heeft BREUER het eerst gesproken van *statisch orgaan* of *statisch zintuig*.

In het volgende hoop ik in het kort de waarnemingen en meeningen van BREUER mede te deelen.

BREUER geeft eene uitvoerige beschrijving van de anatomie van het zintuig-epithelium, dat op de maculae van den utriculus en sacculus en van de cristae der booggangen voorkomt. Behalve de zoogdieren, die slechts twee otolithen hebben, n.l. die van den sacculus en van den utriculus, hebben alle overige gewervelde dieren drie otolithen.

Van groote beteekenis voor de theorie van BREUER is in de eerste plaats het voorkomen van eene *gleuf* in den otolith.

BREUER beschrijft deze gleuf 't eerst bij den sacculus-otolith van den snoek. In microscopische doorsneden vindt hij, dat op de plaats waar de otolith boven het zoo juist genoemde zintuig-epitheel der macula sacculi ligt, van uit dit epitheel haren te voorschijn treden. Deze haren verbinden zich onderling tot een vlecht werk, aldus eene membraan, de membrana

tectoria, vormende, die den otolith draagt. Eene eigenaardigheid, waarop later nog speciaal zal worden gewezen is, dat deze haren van twee zijden naar de membraan convergeeren. In de membraan kleven ze door eene geleiachtige massa samen.

Door dit geheele vormsel te samen wordt, daar 't over eene smalle strook vooruitspringt, eene railsvormige verdikking in de lengterichting van de macula gevormd. In een reeks opeenvolgende microscopische doorsneden loodrecht op de lengterichting van den otolith sluiten n.l. de zijkanten van den otolith steeds nauw om de papilla nervosa, waarlangs ze afdalen. Bij doorsneden evenwijdig aan de lengterichting van den otolith wordt deze laatste echter slechts geraakt boven de papil en ziet men aan de einden van den otolith geen afdalende takken.

Door fotographische reproducties van zijne coupes verduidelijkt hij deze voorstelling.

De cellen, die de bovengenoemde haren als uitloopers dragen, staan aan hunne andere pool in verbinding met zenuwuitloopers van den N. Vestibularis.

Scherpzinnig gevonden is nu zeker BREUERS hypothese, waar hij, steunende op deze weinige feiten, zijne gedachten ongeveer dezen gang laat volgen:

De sleuf in den otolith zou 't mogelijk kunnen maken, dat de otolith voortgleed op de papilla nervosa in de richting van deze sleuf, terwijl ze in de richting loodrecht daarop door de zijdelings afdalende randen der sleuf in zelfs maar de geringste beweging wordt belemmerd. Wat gebeurt nu àls de otolith werkelijk verschuift? Dan zal hij dus trekken aan de haren van de cellen, die met zenuwuiteinden in verband staan. Vermoedelijk zal dan op de overeenkomstige zenuwen een prikkel worden uitgeoefend. De haren staan ten opzichte van

de membrana tectoria convergeerend naar twee zijden; 't is dus onzeker of deze otolithenverschuiving trekkend of duwend, of trekkend en duwend zal werken, maar dat doet er niet toe, werken zàl ze.

De tweede functionneele anatomische bevinding, die BREUER tot zijne theorie gevoerd heeft, is de waarneming dat de ligging van de verschillende otolithen ten opzichte van elkander in constante ruimteverhoudingen staan, althans wat de lengte-richting van hunne correspondeerende maculae aangaat; nadat hij nu de lengte-richting der maculae, aan de hand van den atlas van RETZIUS, vereenzelvigde met de glijdrichting van den otolith, vond hij op deze wijze dat zijne theorie eene zeer goede verklaring gaf over de wijze, waarop we ons voorstellingen over ligging van 't hoofd in de ruimte verkrijgen.

Als bewijs echter leverde hij alleen het sacculuspraeparaat van den snoek, terwijl hij niet in staat is aan het anatomisch praeparaat de vermoedelijke glijdrichting van den utriculus van dit dier aan te toonen.

Gaan we, na deze kortere uiteenzetting van de feiten, na welke bijzonderheden BREUER ons levert omtrent de ruimte-verhoudingen der maculae bij verschillende dieren en hoe hij zijne theorie aan het inwendige menschenoor aanpast.

Macroscopisch beschouwd is bij den snoek de recessus utriculi een ongeveer horizontaal liggende schotel, waarvan de bodem door de macula utriculi wordt ingenomen, waarop de utriculusotolith rust. Daaronder ligt de sacculus als eene eivormige, met slijmerige endolymphe gevulde blaas, met de lengteafmeting longitudinaal en horizontaal, en — bij dit dier in eene gemeenschappelijke ruimte — de lagena; daarom heeft hier de sacculus-lagena 2 otolithen en 2 papillae nervosae. De

sacculusotolith ligt tegen den medialen wand en staat met zijne binnenvlakte loodrecht; hij bezit eene, van voor naar achter loopende, diepe spleet, waarin de lange, van voren naar achteren verloopende, papilla nervosa geplaatst is. Aan de achterste breede pool van den eivormigen sacculus ligt de otolith der lagena, die den vorm heeft van de pit van eenen oranjeappel. Hij staat loodrecht, de smalle convexe rand recht van achter naar voren tegen den sacculuswand; de papilla nervosa loopt parallel aan den medialen kant van zijne convexe vlakte en verloopt dus loodrecht, van boven naar onder, in het sagittale vlak van den schedel, als eene smalle streep over den kogelvormigen wand van den zak.

Als bewijs, dat de macula sacculi en de macula lagenae loodrecht op elkaar staan, geeft hij een microcopisch praeparaat, waarin ze beide zijn getroffen, de eene overlangs, de andere dwars.

Voor den sacculusotolith zal nu, zonder losrukken, eene *verschuiving* slechts plaats kunnen hebben *parallel aan den zakwand*, daarlangs *glijdend*. De *sacculus otolith* kan echter onmogelijk de minste beweging van boven naar beneden maken, omdat de papilla nervosa en dekmenbraan in zijn sleuf zijn ingeklonken. Deze kan dus *alleen van voor naar achter in het horizontale vlak* glijden. Evenzoo kan de *lagena-otolith* slechts loodrecht in het *vertikale vlak* glijden.

Voor den *utriculusotolith* vond BREUER hier *geen gegevens* in welke richting deze zou kunnen glijden. Naar analogie van 't booggangenstelsel, neemt hij, hypothetisch, voor hem in 't horizontale vlak de richting loodrecht op die van den sacculusotolith, zooals blijkt uit zijne eigen woorden: „*Nennen wir die Richtung, in welche eine solche Verschiebung möglich ist, die Gleitrichtung, so haben wir an den Otolithenapparat*

des Hechtes, wie gesagt zwei solche Gleitrichtungen bestimmt determinirt, am Saccullus in der Längsaxe, an der Lagena in der Vertikalaxe des Kopfes, während sie für den Utriculus horizontal sein muss, aber nicht näher fixirt werden kann.

In de lengterichting der macula meent nu BREUER de aanduiding van de glijdrichting te zien en waar hij nu voor andere dieren de glijdrichting gaat bepalen, neemt hij dientengevolge daarvoor de lengterichting der betreffende macula.

Op deze wijze stelt hij vast, dat bij amphibieën, reptilieën, vogels en zoogdieren de glijdrichtingen samenvallen met de booggangsrichtingen. Bij de *vogels* bepaalde hij deze richting op eene eigenaardige manier, door 't apparaat in den schedel te praepareeren en het dan met alcohol, xylol en Canadabalsem doorzichtig te maken. Hij draait den schedel dan zoo, dat de betreffende macula in de optische doorsnede als lijn verschijnt en vergelijkt 't verloop van die lijn met de richting van den overeenkomstigen booggang; op deze wijze kan hij voor vogels vaststellen, dat de lengterichting der macula sacculi precies sagittaal-horizontaal, die der macula utriculi frontaal-horizontaal verloopt, terwijl ze voor de macula lagenae ongeveer in het vlak van de frontale gang valt, dus vanaf boven achter aan de buitenzijde naar beneden voor aan de binnenzijde. Bij vogels echter is weer de *sacculus otolith* door zijne kromming niet geeigend om eene glijdrichting te doen vermoeden.

De *zoogdieren* hebben *geen lagena;* in plaats van deze is de cochlea gekomen. Er zijn hier *slechts twee otolithenapparaten, de macula sacculi en macula utriculi.*

Deze zouden dus slechts twee glijdrichtingen hebben. Maar terwijl de sacculusotolith, met zijne vertikale glijdrichting, voor links en rechts beiderzijds gelijk zou werken, staan de glijdrichtingen der utriculusotolithen, die van lateraal achter naar

mediaal voor verloopen loodrecht op elkander voor den linker, en voor den rechter utriculusotolith, *zoodat we hier toch drie loodrecht op elkaar staande glijdrichtingen hebben.*

Ook is de onderlinge verhouding van papilla nervosa en otolith bij de zoogdieren anders dan bij de lager staande dieren. Stak bij deze laatsten de papilla in de sleuf van den otolith, bij de zoogdieren is 't juist andersom en ligt de otolith in eene gleufvormige inzinking van de macula.

Voor de verschillende dieren staat nu, volgens BREUER, topographisch vast dat:

de as van de macula utriculi in 't vlak ligt van den horizontalen gang
" " " " " sacculi " " " " " sagittalen "
" " " " " lagenae " " " " " frontalen "

Verder geeft hij aan, voor de *glijdrichting*

van den:	*bij:*	*richting:*
utriculus otolith	visschen	niet te bepalen.
id.	vogels	horizontaal.
id.	zoogdieren	horizontaal van mediaal voor naar lateraal achter.
sacculus otolith	visschen	horizontaal van voor naar achter.
id.	kikvorschen	niet te bepalen.
id.	vogels	horizontaal van voor lateraal naar achter mediaal.
id.	zoogdieren	vertikaal van boven naar beneden.
lagena otolith	snoek (zeker)	van boven naar beneden.
	andere visschen (waarschijnl.)	van boven naar beneden.
id.	kikvorschen	schuin van boven naar beneden.
id.	vogels	schuin van boven naar beneden.
id.	zoogdieren	Niet aanwezig, maar de glijdrichting van den sacculusotolith is in haar plaats gekomen.

Boven vermeldden we reeds op welke wijze bij den mensch, trots 't verdwijnen van den lagenaotolith, toch 't bestaan van drie glijdrichtingen gewaarborgd is.

Door verder de veranderingen in otolithenstand bij verschillende hoofdhoudingen nauwkeurig na te gaan, komt BREUER tot de conclusie:

Bij elke hoofdpositie treedt eene, voor deze positie kenmerkende, combinatie van otolithenstand op.

Volgens BREUERS opvatting is de normale hoofdstand 't gevolg van eenen permanenten prikkel vanuit 't otolithenapparaat. De abnormale hoofdstanden, die FLOURENS en anderen in hunne proeven vonden bij dieren, bij welke het labyrinth verwoest was, of bij welke de acusticus was doorgesneden, verklaart hij door het gedeeltelijk wegvallen van dezen normalen permanenten prikkel, waardoor 't gevoel ontstaat alsof de kop in eene richting, tegenovergesteld aan de werkelijk bestaande buiging, verdraaid was. De buiging zelf is dan eene compensatorische reflex op het wegvallen van den normalen prikkel. Gezichts- en tastzin dragen er dan ten slotte het hunne toe bij, dat de verdraaiïng in deze richting niet tot in 't oneindige doorgaat.

In 't volgende gedeelte van dit hoofdstuk zullen we zien hoezeer de opvattingen van BREUER de belangstelling, die aan het otolithenorgaan reeds gewijd werd, doen toenemen, zoodat vele geleerden, die tot nu toe op 't binnenoor als geheel experimenteerden, zich meer en meer met eene studie van 't otolithenorgaan afzonderlijk gaan bezighouden.

III. De otolithenfunctie na Breuers Theorie.

Reeds in 't zelfde jaar verklaart Loeb (70) zich aanhanger van de otolithentheorie van Breuer, op grond van proeven bij haaien (scyllium canicula); de resultaten van zijne groote reeks proeven waren de volgende:

1. Bij verwijdering van de otolithen uit 't *linker voorhof* treedt op:

a. het dier zwemt met de linker zij $\pm$ 20—50° gedraaid onder 't horizontale vlak;

b. bij liggen op den bodem ligt 't dier ook op de linker zij;

c. oogverdraaiing: linker oog naar beneden, rechter naar boven;

d. aan de borstvinnen zijn geen noemenswaardige standsveranderingen waar te nemen.

2. Verwijdert men vervolgens ook de otolithen van de *rechter zij*, dan:

a. verdwijnen alle genoemde verschijnselen;

b. verdwijnt elke poging van 't dier om de buikzijde naar het zwaartepunt der aarde te plaatsen (geotropismus);

c. verdwijnen de abnormale oogstanden.

3. Bij slechts openen van 't voorhof zonder otolithen-exstirpatie en bij doorsnijden van de booggangen, treden deze verschijnselen niet op.

4. Bij eenzijdige acusticusdoorsnijding treden verschijnselen op als sub 1, bij beiderzijdsche als sub 2, echter zijn in geval 1 en 2 zelf de verschijnselen sterker uitgesproken.

5. Bij eenzijdige otolithenverwijdering en anderzijdsche acusticusdoorsnijding zijn de verschijnselen als sub 2, met uitzondering wat de oogwending betreft, daar deze wèl optreedt en wel naar de zijde van de acusticusdoorsnijding toe.

6. Het geotropisme is bij de onthoofde haai (die toch nog zwembewegingen maakt) verdwenen.

Bovendien constateert hij, dat de verschijnselen bij acusticusdoorsnijding meer constant blijven voortbestaan dan bij otolithen-verwijdering.

Hij neemt aan, dat bij eenen bepaalden otolithendruk volkomen rust voor 't dier optreedt en dat deze toestand bij den haai dàn bestaat, als de buikzijde naar 't aardmiddelpunt gekeerd is en de lengteas nagenoeg horizontaal is.

Stelde BREUER reeds voor 't vestibulair-apparaat den naam statisch zintuig te geven, VERWORN (99) stelt in 't zelfde jaar voor, op grond van eene reeks zeer nauwgezette en zeer interessante proeven, verricht bij Ctenophoren, den otolith en de otocyste *statolith* en *statocyste* te noemen. Van den eenen kant verkreeg hij bij de genoemde dieren, door wegsnijden van de otolithendragende zintuigpool, zeer typische bewegingsstoornissen. Van den anderen kant verkreeg hij geenerlei verandering van bewegingsreguleering bij andere operaties mits hij 't otolithenorgaan intact liet. Op geluidprikkels verkreeg hij nooit reactie.

De normale evenwichtsverhoudingen der Ctenophoren zijn zoodanig dat ze, bij 't op den bodem zitten, de mondpool naar beneden gericht houden, terwijl ze aan 't wateroppervlak de mondpool naar boven plaatsen. Poogt men de dieren uit den normalen stand te brengen, dan komen ze weer door nauwkeurig gereguleerde bewegingen der cilieënplaatjes in dezen stand terug, terwijl ze slechts bij otolithenverwijdering in abnormale houdingen volharden. VERWORN vindt dus volkomen het vermoeden van ENGELMANN bewaarheid.

In 1892 vinden we door EWALD (39) het denkbeeld van den *labyrinthonus* ontwikkeld, hetwelk naderhand in de physiologie

algemeenen ingang gevonden heeft. Bij labyrinthexstirpatie zou n.l. aan de geopereerde zijde spierzwakte van de extremiteiten ontstaan, terwijl voor den hals en de wervelkolom de spierzwakte gekruist zöu zijn. Bij dubbelzijdige estirpatie treedt als gevolg van 't wegvallen van den tonus, een gecompliceerd beeld op.

Ook WLASSAK (103) deelt hieromtrent zijne bevindingen bij Rana Esculenta mede in 't zelfde jaar. Wat EWALD als hypothese opwerpt, tracht WLASSAK te verklaren: elk labyrinth staat voortdurend met de strekkers en abductoren van dezelfde, met de buigers en adductoren van de andere zijde in verbinding. Hierbij komen op de tegenovergestelde zijde nog de kop- en wervelzuil-spieren en de exspiratoire buikspieren. Wordt een labyrinth verwijderd, dan gaan derhalve de daarmee in verbinding staande spiergroepen gemakkelijker in volledige verslapping over dan bij intact labyrinth.

De typische asymmetrische houding van den eenzijdig geopereerden kikker is aan ongelijke longvulling te wijten.

Op grond van onderzoekingen, waarbij, bij verschillende doorsnijdingen, telkens analoge verschijnselen verkregen werden, komt hij tot de conclusie, dat hij vanaf de tusschenhersenen tot bij den aanvang van 't ruggemerg stuit op eene groepeering van banen, die de buigers en strekkers van verschillende lichaamshelften op bepaalde wijze beinvloeden. Op deze banen kunnen labyrinthprikkels worden overgebracht en we kunnen eene plaats bepalen, die voor het tot stand komen van deze overbrenging noodzakelijk voorhanden moet zijn. Dat labyrinthprikkels het bewegingsapparaat op de beschreven wijze kunnen beinvloeden, is te verklaren door deze samenschikking van de banen, daar de eigenschappen van eene centripetale zenuw alleen daartoe niet in staat kunnen zijn.

Bij labyrinthexstirpatie met ruggemergs-doorsnijding aan dezelfde zijde traden strekstanden, bij idem met ruggemerg-doorsnijding aan de andere zij traden buigstanden op den voorgrond.

KREIDL (60, 61, 62 en 63) geeft in 1892 en 1893 verschillende belangrijke bijdragen over ons onderwerp.

Om de otolithenfunctie, in den zin van BREUER, bij doofstommen te onderzoeken, gebruikt hij een dergelijk apparaat als MACH bij zijne physiologische experimenten bezigde. Hij ziet in deze experimenten eene objectieve contrôle op de indrukken door de otolithen opgewekt. Zijne gedachtengang daarbij is als volgt: Bij buiging van het hoofd voeren we eene compensatorische rotatie met de oogen uit, als reflex op den veranderden stand van 't hoofd ten opzichte van de vertikale. Bekend is het, dat we, in den spoortrein door eene bocht rijdende, de huizen scheef zien. Dit gezichtsbedrog berust op de omstandigheid, dat gedurende deze beweging op 't otolithenapparaat, behalve de zwaartekracht, ook de centrifugaalkracht werkt, waarvan wij niet bewust zijn. De otolithen prikkelen dan de haren op dezelfde wijze als zij dit doen bij eenen bepaalden scheefstand van 't hoofd.

Bij elken scheefstand van 't hoofd treden bepaalde standen van den bulbus oculi op, welke ook bij eene bepaalde grootte en richting der centrifugaalkracht te voorschijn zullen komen, indien de theorie juist is, dat de richtings-gewaarwordingen van het otolithenapparaat afkomstig zijn. In de grootte der fout, waarin wij ons bij draaiing in onze positie ten opzichte der vertikale vergissen, vinden we derhalve eenen maatstaf voor de beoordeeling van den otolithen-prikkel.

Het door KREIDL gebruikte apparaat bestond uit een kastje, dat op het vrije uiteinde van eenen horizontalen balk geplaatst was, die aan 't andere einde om eene verticale as kon roteeren.

In 't kastje was een wijzer geplaatst, die de in 't kastje verblijf houdende proefpersoon tijdens de rotatie op gevoel af vertikaal plaatste. Een waarnemer, die buiten 't apparaat stond, kon aflezen, hoeveel deze schijnbare vertikale afweek van de werkelijke. Hij vond nu bij 71 normale personen, dat 70 in zijn instrument de wijzer scheef stelden, zooals 't volgens de theorie zou moeten zijn, n.l. als resultante van zwaartekracht en centrifugaalkracht, terwijl van 62 doofstommen 13 de wijzer volkomen vertikaal stelden, dus geen gevoel van houdingsveranderingen kregen.

Verder vond hij, dat het aantal met abnormale otolithenfunctie veel kleiner was dan dat met abnormale booggangenfunctie: wat met de sectieresultaten van MYGIND overeenkomt.

Ook toont hij aan, dat 't staan en gaan bij uitschakeling van 't gezicht bij doofstommen gebrekkig, ja soms onmogelijk is.

KREIDL heeft verder geëxperimenteerd op haaien. Hij zag dat het vermogen, 't evenwicht te bewaren, indien hij de dieren de otolithen ontneemt, bij deze dieren sterke stoornis ondervindt.

't Meest bekend zijn echter zijn *interessante proeven bij kreeften*. De verhoudingen zijn daar als volgt: de vlakken der beide otolithenapparaten sluiten aaneen onder eenen hoek van 120°, de afzonderlijke otolith maakt met de horizontale lijn eenen hoek van 30°.

Hij nam kreeften, die pas van huid verwisseld hadden, bij welke vervelling ze ook hun otolithen verliezen. Nu bracht hij 't dier, onmiddellijk na de vervelling, in eene stofvrije kom met gefiltreerd zeewater en ferrum-oxyd. hydrog. reduct. Het dier bracht met de schaar 't ijzer op het basaal deel van de binnenste antenna, waarvoor 't de kleinste korreltjes uitzocht. Bij chemisch onderzoek van gedoode exemplaren bleek, dat

werkelijk ijzer in de otocysten aanwezig was. De electromagneet, in de nabijheid gebracht van levende dieren, die zich zelf op bovengenoemde wijze toegerust hadden met ijzerhoudende otocysten, deed deze eigenaardige posities aannemen. Dan bleek n.l. het volgende: als men met de magneetpool eene otocyste van terzijde en van voren naderde, bleef het dier, zoolang geen stroom door de magneet ging, volkomen rustig; op 't moment, waarop men den stroom sloot, draaide zich 't dier *van de magneet af*, zóó, dat 't mediana vlak van zijn lichaam helde en wel des te meer, hoe dichter men met de magneet bij 't dier kwam. De dieren voerden hierbij ook oogbewegingen uit en wel zóó, dat de oogen bij eene draaiing van 't dier naar rechts om de lengteas naar links roteerden. Als contrôle nam hij een dier, waarop ijzerdeeltjes op neutrale gedeelten der opperhuid opgeplakt waren. In deze omstandigheden waren, zooals te begrijpen is, de bewegingen juist andersom en traden geen oogverdraaiingen op.

Deze verschijnselen beredeneert hij als volgt: de otolith *drukt* op de haartjes volgens 2 krachtsrichtingen, 1ste die van de zwaartekracht en 2de eene naar buiten (hij ligt immers 30° uit het horizontale vlak). Nu brengt de magneet er een derde component bij, die met eenen bepaalden scheefstand van 't dier gelijk kan worden geacht en 't dier vergist zich op die manier in zijne werkelijke houding en tracht den prikkel te compenseeren.

Hij drukt er speciaal op, dat de haartjes in eenen cirkel, symmetrisch om den otolith heen, gegroepeerd zijn, wat er zijns insziens op duidt, dat 't orgaan niet voor waarneming van progessie-versnelling dienen kan. Ook is hier niets van eene glijdrichting waar te nemen.

Eene poging om de dieren otolithenloos te houden, mislukte.

Ook in vaten zonder vaste bestanddeelen, met gefiltreerd water gevuld, hadden ze toch na eenigen tijd weer otolithen. Nam hij echter de otocysten weg, dan kreeg hij weer de gewone verschijnselen van desorienteering. Een slechts verblind dier, dat echter met normale otolithen was toegerust, was in veel mindere mate gedesorienteerd. Hij lakte de oogen dicht, nam niet, zooals DELAGE, deze weg.

Palaemon — de eenige kreeftsoort die op de draaischijf reageert — verliest bij otocystotomie de normale reactie op de draaischijf.

Met beide handen grijpt KREIDL VERWORNS voorstel, om de organen statolith en statocyste te noemen, aan.

Ook MARTHA BUNTING (19) vindt, in 't zelfde jaar, geotropische stoornis na otocystomie, verricht bij astacus fluvatilis, terwijl na wegname van scharen, groote antennen, oogen, of een der beide kleine antennen, geen invloed op geotropische oriënteering werd verkregen.

POLLAK (84) vindt bij dezelfde doofstommen, die voor een groot deel al door KREIDL onderzocht waren, dat bij circa 30 %, bij doorleiding van galvanische stroomen door 't hoofd, de typische hoofdneigingen en oogbewegingen niet optreden, wat hij ook met 't sectie-resultaat van MYGIND in overeenstemming brengt. Eene scheiding tusschen booggangen- en otolithenfunctie zien we hem echter niet maken.

Eene belangrijke studie over de evenwichtsverhoudingen bij lagere dieren publiceert BETHE (9) in 1894.

Voor de lagere dieren, die geen otolithenapparaat bezitten vindt hij, dat hun evenwicht onder den invloed staat van den component tusschen de zwaartekracht en den weerstand van 't milieu, waarin zij vertoeven. Voor sommige ligt de oorzaak van 't mechanisch behoud van hun evenwicht in den lichaams-

vorm, bij andere in het opgebouwd zijn uit twee substanties van verschillend specifiek gewicht.

Bij de dieren, die wel otolithen bezitten, stelt hij deze organen voor 't evenwichtsbehoud aansprakelijk.

Wat de kreeften aangaat, althans mysis, is hij 't heelemaal niet met DELAGE eens, dat wegnemen van de otolithen zonder afsnijden van de oogen geen resultaten heeft. Hij beweert echter, dat *mysis wel hoort, ook nog zonder otocysten,* maar dat ze dan voor *geruischen* niet zoo gevoelig meer is.

Voor de *dubbele functie* (gehoor en evenwicht) zou pleiten, dat vastzittende of zich langzaam bewegende dieren (molluscen) ontwikkelde otocysten hebben, hetgeen in strijd is met het bovengenoemde argument van ENGELMANN.

Eigenaardig is dat de *vastzittende Carcinus Maenas* die dus geen evenwichtsorgaan noodig heeft, *wel otocysten* bezit, die echter *geen otolithen* bevatten, terwijl de *beweeglijke zoea* van Carcinus *wèl otolithen* heeft.

Daarom stelt hij voor te spreken van: *statolith* en *otocyste.* Bij baars, sardine en snoek vindt hij, na otolithenwegname, spierzwakte en haastige onzekere bewegingen benevens groote onlust tot beweging, kortom veel verschijnselen, die voor EWALDS labyrinthtonus pleiten.

Verder betoogt hij, dat bij zeer jonge visschen, door 't blijven bestaan van de embryonale kopkromming, 't evenwicht zuiver mechanisch wordt onderhouden, terwijl daar tevens 't labyrinth nog niet tot z'n volledige ontwikkeling gekomen is.

Ook CLARK (22) experimenteert op kreeften, maar speciaal op den landkreeft gelasimus pugilator, die zeer groote oogstelen heeft. Ook deze heeft eene otocyste, waarin zich geen otolith bevindt. Wordt die otocyste weggenomen, dan moeten de

dieren eerst weer met den buik den grond raken, alvorens ze weer gaan loopen. De kreeft heeft sterke compensatorische oogsteelbewegingen bij draaiing om lengteas, vertikale as en transversale as, die bij otocystenwegname verminderden. Werden de oogen zwart gemaakt, dan was 't heelemaal gedaan met de compensatorische oogsteelbewegingen, mits de beide voelers met de otocysten weggenomen waren.

MATTE (76) verheft in 1894 nogmaals zijne stem waarschuwend tegen de gewoonte om van statolithen te spreken en drukt zich beslist als voorstander uit van de theorie, dat de maculae acusticae geruischopnemers zijn.

LEE (68) daarentegen komt tot resultaten, welke, ten opzichte van BREUERS theorie, positief kunnen genoemd worden en, al wijst hij er op dat otolithenverwijdering van afzonderlijke maculae nog niet heeft plaats gehad, toch twijfelt hij niet of BREUERS theorie zal juist blijken. Ook hij vond, na otolithenverwijdering bij visschen, analoge verschijnselen als na acusticusdoorsnijding, zoowel bij eenzijdige als bij beiderzijdsche operatie.

BERNSTEIN (8) komt ons nog eens getuigen dat MATTE's waarnemingen werkelijk juist zijn en fel trekt hij met dezen tegen EWALD te velde. Labyrinthlooze duiven zouden niet doof zijn.

Over 't algemeen wil hij eenen overgang aannemen van gehoorfunctie in statische functie, naar gelang 't dier noodig heeft.

Hij wil de macula utriculi en booggangen als statisch orgaan, de macula sacculi met de cochlea als gehoororgaan aannemen. Hunne wijze van proefneming wordt echter in 1895 door EWALD (36) als ondeugdelijk gebrandmerkt.

BRUCK (17) trekt dit jaar nogmaals eene vergelijking tusschen normalen en doofstommen ten opzichte van enkele statische verrichtingen als: rechtuit marcheeren, huppelen op één voet, staan met gesloten beenen, staan op één been en loopen over

den zweefbalk. Zijne resultaten kloppen met die van KREIDL. Hij raadt echter groote voorzichtigheid aan bij 't nemen van conclusies, daar 't samengaan van doofstomheid met evenwichtsstoornissen ook elders kan zitten (hersenen). Hij besluit dan ook slechts tot de opmerking dat er tusschen doofstomheid als zoodanig en stoornissen in de locomotie een bepaalde causale samenhang bestaat, zonder zich over den aard van dien samenhang verder uit te laten.

Eene bevestiging van EWALDS labyrinthtonus theorie levert in 1897 BICKEL (11) op grond van onderzoekingen op kikvorschen en vooral op honden, waarbij hij eerst de sensibele wortels doorsneed en dan later 't labyrinth verwijderde.

Zijne conclusies zijn de volgende:

1°. Het sensibele zenuwapparaat oefent eenen regulatorischen invloed uit op de dwarsgestreepte musculatuur, doordat het door centripetale leiding het centraalorgaan over 't gevolg van den, den spieren toegezonden, impuls onderricht. 't Maakt het op deze wijze voor 't centraalorgaan mogelijk, den impuls op juiste wijze te schatten.

2°. De labyrinthen houden de musculatuur in eenen bepaalden prikkelingstoestand (labyrinthtonus). Deze tonus is noodig, opdat de in hen aankomende zenuwpuls op exacte wijze den contractietoestand regele.

3°. Als na doorsnijding van de sensibele ruggemergswortels de extremiteitenspieren van hunne centripetale verbinding zijn beroofd en de hierdoor ontstaande bewegingsstoornissen zich weder grootendeels gecompenseerd hebben, treden nieuwe bewegingsstoornissen der extremiteiten op, indien door exstirpatie van beide labyrinthen de labyrinthtonus voor hun spieren wordt uitgeschakeld. Deze nieuw bijkomende bewegingsstoornissen, die slechts als spierstoornissen in engeren zin ge-

duid kunnen worden, worden door *geen* latere compensatie weer opgeheven.

Eigenaardig is, bij honden, 't volgende verschijnsel, waarop, in een nawoord, ook EWALD bijzonderen nadruk legt. Wanneer het linker labyrinth wordt weggenomen, verdraait de gevoellooze staart zoodanig, alsof (van boven op gezien) het kopeinde in de richting van een uurwerkwijzer verdraaid was. Na wegnemen van 't andere labyrinth verdwijnt de draaiïng weer geheel. „Wie mögen wohl die Gegner des Tonuslabyrinthes die Verdrehung des empfindungslosen Schwanzes erklären", roept EWALD uit.

EGGER (34) trekt wederom partij voor eene combinatie van gehoor- en richtingsfunctie van 't vestibulairapparaat en spreekt zich uit ten voordeele van de theorie der geluids-oriëntatie, zonder de statische functies te ontkennen.

Als geliefd proefobject worden nu de kreeften weder aan een onderzoek onderworpen en 't is ditmaal BEER (6 en 7) die zijne studie in 1898 en 1899 publiceert. Hij ontkent de reactie op geluid en meent dat HENSENS proeven niet zuiver geweest zijn. Al de door dezen gevonden reacties op geluid verklaart BEER als tangoreflexen. Ook is hij voorstander van de namen statolith en statocyste. Nadat hij meent te hebben aangetoond dat kreeften geen gehoor hebben, neemt hij eene reeks proeven met Penaeus membranaceus, een goed zwemmer, die waarschijnlijk dagblind is.

Hij gaat allereerst na:

I. Hoe de normale dieren zich verhouden.

Laat men ze in 't bassin vallen, dan zwemmen ze eerst onhandig rond, stooten tegen 't glas (ook als dit ondoorzichtig is), laten zich dan in buikligging naar den bodem zinken en blijven dan dikwijls scheef of vertikaal met den kop naar boven op den

bodem of tegen de wand liggen of kruipen rond. Bij schrikken (door prik of stoot) vertoonen ze eene sprong-vlucht-reflex op onregelmatige wijze, komen echter later weer in buikligging terug. 's Avonds zwemmen ze, bij zeer zwak licht, rustig rond, maar stooten zich toch nog wel eens.

Wordt het vat op de draaischijf tot rotatie gebracht, dan zwemmen de dieren in buikligging achteruit, soms met een kleine volte en dan weer opnieuw achteruit. Bij wervelstroom (door plotselinge rotatieverandering) zijn ze even in de war, maar na eenig aarzelen gaan ze weer in buikligging achteruit tegen de nieuwe stroomrichting in.

II. Verblinde dieren verhouden zich als normale.

III. Antennenlooze dieren:

a. bij eenzijdige afsnijding draait 't dier eenmaal in loodrechte houding 180° om, terwijl het zinkt, of

b. zwemt in eenen kring, waarvan de straal 15—20 c.M. bedraagt, met de geopereerde zijde van het middelpunt afgewend;

c. bij beiderzijdsche afsnijding blijft alles normaal maar onzeker.

Conclusie: de antennen zijn voor den kreeft, wat de zwaarden zijn voor 't schip.

IV. Na „Entstatung".

Hij neemt de otolithen weg onder water, zoodat geen „luchtshoc" optreedt. Er is dientengevolge een groote ommekeer in de verschijnselen opgetreden.

De dieren vallen neer op hunne zij of op hunnen rug, laten zich op den rug leggen en blijven zoo liggen, beschrijven zwemmende eenen cirkel, rollen om de lichaamslengteas en de lichaamsdwarsas, zwemmen soms op de zij, zakken soms op hunnen kop naar den bodem en slepen zich in rugligging voort.

Dit alles doen ze weken nà de operatie nog steeds. Bij wervelstroom worden ze tegen 't glas aangedrukt, ook bij draaiing.

Het gaat hier, zijns inziens, om *uitvalsverschijnselen.*

Bij proeven op gedoode dieren vindt hij, dat het normale dier in labiel evenwicht verkeert en bij dood heel gemakkelijk, op z'n rug, in stabiel evenwicht komt. De impuls tot 't houden van het labiele evenwicht gaat uit van de statocysten.

BETHE (10) vindt voor den haai (scyllium canicula) de buikligging tamelijk stabiel, meer b.v. dan de rugligging, terwijl de zijligging eigenlijk de stabiele houding is. Een doode haai, in rugligging in 't water geplaatst, gaat in zijligging over, een levende in buikligging; er zijn dus, behalve de door den lichaamsvorm gegeven praedispositie, nog andere inrichtingen, die de buikligging garandeeren.

Op grond van eene reeks dwarsche, halfzijdige en overlangsche doorsnijdingen van de medulla, meende hij te mogen aannemen, dat de acusticusbaan deels gekruist, deels ongekruist in 't ruggemerg overgaat.

Inmiddels gaat HENSEN (49) in 1899 eens na hoe 't met de hypothese der statocysten staat. Allereerst breekt hij nog eens de lans voor 't gehoor der kreeften en visschen, vindt er de proeven van BEER zelfs bewijzend voor, omdat daar de reactie eerst geheel verdwijnt, wanneer hij de enkele nog overgebleven hoorharen aan den staart ook nog wegneemt na otolithotomie.

Hij haalt eene mededeeling aan van DUFOSSÉ, waaruit blijkt, dat dien 80 musiceerende vischspecies bekend waren, terwijl ook STÖRENSEN gewag maakte van eenen lokzang, die Doras, een grondvisch, die in donker troebel water leeft, in den paartijd zingen zou.

Om zijne bestrijding te preciseeren, zegt hij (op blz. 37):

„Ich halte die genannte Auffassung der Function von Bogengangen und Otolithenapparat für zoölogisch, anatomisch, physikalisch, physiologisch und logisch nicht wohl möglich. Nur die den Tonus betreffende Nebenfunction, die EWALD gefunden hat, scheint mir in seiner expermenteller ganz vortrefflichen, groszen Bearbeitung des Gegenstandes, man mag wollen oder nicht, haltbar begründet zu sein.

Daar de argumenten, waarop hij zich beroept, later door BREUER worden bestreden, lijkt 't me wenschelijker ze bij dien arbeid van BREUER (19) te vermelden.

LAUDENBACH (67) vond, na uitvoering van eene geheele reeks van één- en dubbelzijdige otolithenverwijderingen bij siredon pisciformis, nooit de geringste bewegingsstoornis of evenwichtsstoornis. Indien hij echter 't geheele labyrinth verwijderde, leverden de geopereerde dieren zonder uitzondering coordinatiestoornissen in beweging en wel: zwemmen in eenen cirkel, met de binnenwaartsche kromming naar de geopereerde zij, bij eenzijdige operatie en volslagen gedesorienteerd zijn bij beiderzijdsche operatie. Amputeerde hij dan bovendien nog de extremiteiten, zoodat de dieren van hun tastzin geen gebruik meer konden maken, dan bleef slechts de zwaartekracht over als eenige factor, die invloed op de houding van 't dier had.

Bij kikvorschen was zijn resultaat niet grooter. Indien hij hier de otolithen uit den sacculus wegnam, waren de dieren na eenigen tijd in 't geheel niet meer in reactie te onderscheiden van normale kikvorschen.

DREYFUSS (30) legt, bij labyrinth-exstirpatie bij caviae, ook weer den nadruk op het wegvallen van den Ewaldschen tonus en meent uit zijne proeven te mogen concludeeren, dat de einden van den N. vestibularis in de hoorharen organen zijn van een statisch zintuig, dat ons, zoowel over draai-

bewegingen, als over progressiefversnelling en over onze houding in de ruimte orienteert, en wel door middel van eenen permanenten tonus op de dwarsgestreepte lichaams-musculatuur, die door de bewegingen van de endolymphe van boog-gangen en voorhof in afzonderlijke spiergroepen nu eens versterkt, dan weer verminderd wordt.

Ach (1) gaat in 1901 verder en spreekt over eenen otolithentonus als deelverschijnsel van den Ewaldschen labyrinthtonus.

Hij experimenteert op kikvorschen en toont aan, dat het minder compleet zijn der resultaten zijner voorgangers hierop berustte, dat deze niet genoeg nagingen, welke reflexen uitgevallen waren. Sewall hield de prikkelings- en uitvalsverschijnselen niet uit elkaar en kwam daardoor tot ongelijke resultaten, terwijl de absoluut negatieve resultaten van Lyon ook te wijten zouden zijn aan 't niet nagaan van reflexen.

Ach zelf vond nu, bij kikvorschen, verandering van voorhoofdreflex, schreeuwreflex en lidslagreflexen.

1. Onder *voorhoofdsreflex* verstaat hij 't verschijnsel, dat opgejaagde dieren door tactile, electrische en optische prikkels op de voorhoofdshuid, tusschen neus en oogen, in emprostotonus vervallen.

2. Onder *schreeuwreflex* verstaat hij de, (bij normale dieren zelden voorkomende), schreeuw bij 't springen, als ze opgejaagd worden.

3. Onder *ooglidreflexen* verstaat hij de volgende:

a. ooglidslag bij elk op- en neerwaartsbewegen en bij progressie-beweging.

b. bij draaibeweging en wel:

α om de lengteas: sluiten van 't eene oog bij heffing der andere lichaamshelft.

β. om de dwarsche as: sluiten der beide oogen.

γ. om de dorso-ventrale as: bij snel naar eene zijde draaien, lidslag van 't gelijknamige oog.

De voorhoofdsreflex en schreeuwreflex hebben, bij otolithenlooze kikvorschen, een veel kleiner prikkel noodig om te worden opgeroepen, terwijl bij deze dieren de lidslagreflex afgenomen is, behalve voor de draaibeweging. De otolithen zouden met den lidslag der gekruiste zijde in verbinding staan.

Bij zwemmen heeft de otolihenlooze kikvorsch eerst niets abnormaals, maar bij inspanning blijkt, dat hij spoediger vermoeid is.

Zijn inziens laat de werking der otolithen zich verklaren door de physische wet, dat de versnelling omgekeerd evenredig aan de massa is. Daar de otolithen hooger specifiekgewicht hebben dan de vloeistof zouden zij derhalve achterblijven bij progressie bewegingen.

Vooral bij in 't water levende dieren zijn de otolithen van belang, omdat hier het relatief lichtere lichaam niet zooveel drukgewaarwordingen krijgt, terwijl de specifiek zwaardere otolith nog goed tot z'n recht komt en eene ruimteoriënteering bij progressieve beweging mogelijk maakt.

Uit de ligging en den vorm der maculae bij den kikvorsch concludeert hij, dat de otolithen vooral voor prikkelingsoverbrenging der progressiebewegingen dienen, maar ook in mindere mate voor die van rotaties, terwijl de ampullen van de booggangen vóór alles voor dit laatste dienen.

De functioneele beteekenis van voorhoofds- en schreeuwreflex ligt in de betrekking van de otolithen tot 't spierstelsel, 't geen ook blijkt uit 't eerder ontstaan van den emprostôtonus, daar, door verzwakking van de rugmusculatuur, de buikmusculatuur gaat overwegen, waardoor tevens het schreeuwen verklaard wordt.

Wat de voorhoofdsreflexen aangaat, 't feit dat deze bij esculenten wel, bij temporariae niet ontstaat, zou te verklaren

zijn, doordat de laatste landdieren zijn en minder onder invloed van de otolithen staan.

Hij ziet in den, van booggangen en otolithenapparaat uitgaanden, spiertonus een indirect bewijs voor de juistheid van de theorie van de statische functies van deze organen. Ook 't wegvallen van kop- en kaaktonus nà labyrinthotomie is logisch, daar ook dit door de betrekking van 't labyrinth tot 't labiel evenwicht verklaard wordt.

Waar nu van physiologische zijde allerwege gearbeid wordt om deze verschijnselen te verklaren, doet 't ons vreemd aan, in eene dissertatie van FRYD (41), in 1901 te Kiel, als zelfstandige ontdekking aangegeven te vinden, dat, na otolithenwegname, bij visschen, bewegingsstoornissen optreden. Op dezen arbeid hoop ik echter in 't hoofdstuk over vischotolithen nader terug te komen.

Wederom verheft nu HENSEN (50) in 1902 zijne stem tegen de statische theorieën en neemt 't op voor de geruischtheorie van HELMHOLZ. „Ik ben geneigd te gelooven", zegt hij, „dat de slag bij de zwevingen van zware, diepe stemvorken, die bij mijne onderzoekingen intreedt, wanneer juist het maximum der toonsterkte wordt bereikt, door de otolithen gepercipiëerd wordt. 't Zou mogelijk zijn, dat de otolith de trillingen van den stijgbeugel zuiverder weergaf". Iets dergelijks toonde DENNERT aan voor 2 stemvorken, waarvan de één met water belast was, de ander in de lucht trilde. De eerste trilde met de tweede mee, veel minder intensief, maar vrij van zwevingen.

Ook zouden de otolithen dicht genoeg bij den stijgbeugel gelegen zijn, om, bij trilling van dezen, min of meer opgeheven te worden en dan, bij 't ophouden van de beweging, weer terug te zinken, zooals hij aantoont door eene proef, waarbij een parel van $\pm$ $^3/_5$ van 't volume van de labyrinthholte met

eenen cocondraad wordt opgehangen voor de stapesplaat. Werd deze parel op 1 m.M. afstand van de plaat gebracht, dan werd ze, bij trillingen van deze, naar 't midden er van toe getrokken, alsof de parel een ijzeren kogel, de stapesplaat eene gemagnetiseerde plaat ware. Dat verder de cochlea werkelijk geruischen zou waarnemen, acht hij nog niet bewezen, zoodat hij nog altijd de behoefte naar een geruischwaarnemend orgaan gevoelt.

In 1903 ziet een nieuwe arbeid van BREUER (16) 't licht, allereerst aan bestrijding van HENSEN (49) gewijd, terwijl hij ook nog eenige nadere bijzonderheden, van belang voor zijne otolithentheorie, vermeldt.

Terwijl BREUER zich incompetent verklaart de zoölogische bezwaren van HENSEN te bespreken, gaat hij op de andere bezwaren dieper in.

Uit deze bestrijding zullen we die argumenten uitlichten, die voor ons onderwerp van belang zijn. Voor de overige hierin vermeldde feiten zij 't slechts aangegeven, dat ze, met 't oog op de functie der booggangen, zeer belangrijk zijn.

Waar HENSEN niet wil aannemen, dat, indien het labyrinth statisch orgaan is, er geen reden zou zijn, dat de cochlea het ook niet zijn zou, wijst BREUER er op, dat de cochlea zich in de dierenrij op die wijze ontwikkelt, dat de otolithenmembraan otolithenloos wordt, waarbij dus blijkt, dat dat deel van het labyrinth, hetwelk zeker voor de acustische functie dient, van zijne otolithen beroofd wordt. Bij die dieren, die drie otolithenplaten bezitten, bestaat diegene, waaruit de cochlea ontstaat, geheel onafhankelijk van deze. Deze derde plaat zou juist de richting boven-beneden adopteeren bij vogels en visschen en verdwijnen bij die dieren, die meestal niet zwemmen of vliegen. Verder heeft de cochlea geen tweede opening, waardoor

de lymphstroom zou kunnen uitwijken, terwijl de membrana basilaris niet kan uitwijken, daar in beide trappen steeds dezelfde stroom zou plaats hebben.

Waar HENSEN er op wijst, dat de otolithen, om in den zin van BREUER te kunnen werken, uit zwaar, vast materiaal moeten bestaan, terwijl we juist vinden, dat ze in 't verloop der phylogenetische ontwikkeling dezen gang niet bijhouden, maar integendeel tot kleine klompjes week otolithenstof worden teruggebracht, herinnert BREUER er aan, dat de otolithen slechts zwaarder behoeven te zijn dan de endolymphe. Dat de otolitenplaten bij vogels lichter zijn dan bij visschen, kan ook goed, omdat ze bij de eersten direct òp de haren rusten.

Ten slotte betoogt BREUER, dat althans de volgende feiten bewijzen, dat het labyrinth als statisch orgaan functioneert:

1. Iedere kopverdraaiing gaat vergezeld van, het gezichtsveld compenseerende, oogbewegingen, die ook worden ten uitvoer gebracht bij gesloten oogen en door blinden, terwijl ze bij doofstommen uitblijven en bij voortgezette draaiïng oognystagmus optreedt.

2. Raddraaiïng van de oogen treedt op, als door de centrifugaalkracht de richting van de massaversnelling in het lichaam veranderd wordt.

3. De proeven van JAMES, waarbij doofstommen onder water geheel gedesorienteerd waren.

4. De draaiduizeling van PURKINJE en het ontbreken daarvan bij doofstommen.

5. De galvanische duizeling.

Tegen 't geopperde bezwaar, dat de otolithen invloed zouden kunnen ondervinden van de stroomingen in de kanalen, voert BREUER aan, dat de inmonding van de sinus van de gemeenschappelijke vertikale kanalen en de ostia der ampulla fron-

talis en sagittalis zoo staan, dat stroomstooten van de lymphe tusschen den sinus en een der vertikale kanalen dusdanig loopen, dat ze de maculae niet beïnvloeden. De endolymphe, die uit de ampulla horizontalis in den utriculus stroomt, zou wel de otokonie van de macula beïnvloeden, indien niet een septum schuin boven de macula liep, terwijl deze zelf beneden ligt, zoodat de stroom in een hooger niveau komt te loopen.

Breuer houdt 't er voor, dat de endolymphe normaliter in sacculus, utriculus en cochlea wordt afgescheiden. De sacculus gaat met z'n achtereinde direct over in den aquaeductus vestibuli, terwijl eene opening in den bovenwand zijne holte met die van den utriculus verbindt. De endolymphe zou dan door 't aquaeduct uit 't labyrinth uittreden, met het booggangsysteem als een soort zijsluiting er tusschen.

Eene korte en zakelijke opsomming van de resultaten verkregen bij eene reeks proeven, bij haaien verricht, levert Quix (86) in 1903.

Zijne proeven bestaan in: doorknipping der booggangen, mèt en zonder ligaturen aan weerszijden van de plaats van doorknipping, verwijdering van booggangen, prikkeling van ampullen door drukken met eenen sondeknop, na voorzichtig vrijpraepareeren van de ampulla, drukken met eenen sondeknop op de gezamenlijke otolithen en vernietiging van de otolithen en 't vliezig labyrinth.

De dieren werden, daar ze met zeewater doorstroomd werden, in goede conditie gehouden en later werd steeds contrôlesectie verricht.

Terwijl we zijne belangrijke resultaten betreffende de booggangen hier, als niet tot ons onderwerp behoorende, onvermeld moeten laten, kunnen die, bij de otolithenprikkeling verkregen, hier eene plaats vinden.

Allereerst zij opgemerkt, dat QUIX, op grond van zijne bevindingen over de compensatorische oogbewegingen, die, bij draaiïng van 't dier om verschillende assen, optreden, 't voor waarschijnlijk acht, dat deze grootendeels door de ampullairzenuwen, gedeeltelijk echter ook door otolithenbemiddeling, opgewekt worden. Dat hier de invloed van statischen druk (in den zin van GOLZ) in het spel zou zijn, acht hij waarschijnlijk op grond van zijne resultatataten bij onderbinding van de kanalen, terwijl anatomisch de plaats der ampullen — bij alle diersoorten steeds aan 't eind der kanalen, — er voor zou pleiten.

De statische en dynamische stoornissen, die bij otolithexperimenten optraden, verschilden *slechts in intensiteit, niet in wezen*, van die, welke bij de booggangen-experimenten optraden en eene principiëel verschillende functie voor deze beide labyrinth-afdeelingen kan hij niet aantoonen.

Waar LEE nog geenen weg zag afzonderlijk elk der otolithen te prikkelen, werpt QUIX die mogelijkheid bij haaien reeds op en geeft zoo den weg aan voor de experimenten, door KUBO eenige jaren later genomen.

Voor hem, die op haaien experimenteeren wil, is de fotographische opname van eenen haai, bij welken, door eene lapsnee van de kophuid, de booggangen blootgelegd zijn, eene gemakkelijke aanduiding, hoe bij dit dier 't inwendig oor 't gemakkelijkst bereikt wordt.

In 1904 krijgen we van FRÖHLICH (40) eenen mooi geïllustreerden arbeid over waarnemingen bij *Cephalopoden*. Bij deze dieren verwijderde hij de statolithen eerst uit de statocysten, tamponeerde dan daarna deze laatste met eene wattenprop, gedrenkt in eene 3—5 % cocaineoplossing, om mogelijke prikkelings-verschijnselen te voorkomen en alleen met uitvalsverschijnselen te doen te hebben. Hij vond nu:

1. *Stoornis bij locomotie en zwemmen*, zich uitende in onregelmatige rollingen en draaiingen om diverse assen. Als oorzaak hiervan geeft hij de spierverslapping van den trechter (bij Eledone) op, waardoor deze niet normaal — recht naar achteren — wijst, maar willekeurig slap neerhangt. Doordat 't dier niet bilateraal-symmetrisch, maar sectorisch-symmetrisch is, is er geen type in de rollingen.

2. *Veranderingen in houding.*

a. „Thurmstellung", mantel naar boven, kop naar onderen, soms uren lang, treedt in minderheid der gevallen op.

b. Tonische krampen van de buigspieren der vier distale armen.

3. *Hypotonie.*

4. *Stijging van de reflexen*, voerende tot blijvende motorische onrust.

5. *Afname van de ademhalingsfrequentie* en verlengde pauze tusschen exspirium (mantelcontractie) en inspirium (mantelverslapping). Ook dit is waarschijnlijk 't gevolg van de motorische zwakte.

In ditzelfde jaar (1904) deelt ook een Hollandsch onderzoeker, MUSKENS (80) resultaten mede, die hij in 1902 in Napels verkregen had bij Eledonen, van welke hij de otolithen wegnam. Hij legt hierin vooral den nadruk op 't uitblijven der compensatorische oogverdraaiïngen bij houdingsveranderingen van dit dier, na otolithenwegname.

De twee onderzoekreeksen, die KUBO (65 en 66) in 1906 publiceert, zijn zeer merkwaardig. Ware de theorie van BREUER een mathematisch vraagstuk geweest, dan zou men de proeven van KUBO als oplossing er onder kunnen plaatsen en 't geheel kunnen afsluiten met een „quod erat demonstrandum".

Allereerst constateert hij, hetgeen wel geen bewijs noodig heeft, dat de standveranderingen van den bulbus oculi alleen

afhankelijk zijn van werkingen van de oogspieren: na doorsnijding, telkens van enkele afzondelijk, stelt de bulbus zich onder invloed van de nog overblijvende. Ook na den dood blijft de bulbus gefixeerd en houdingsveranderingen van het dier bewerken geen veranderingen van bulbusstand meer.

Vervolgens constateert hij dat, bij elke houdings-verandering van het dier, bepaalde, typisch daarbij hoorende, standsveranderingen van de bulbi optreden. De bulbusstand werd nauwkeurig bepaald door op de cornea een kruis te branden, waardoor de verplaatsingen duidelijk uitkwamen. Als houdingen neemt hij hierbij: Ligging op den Buik, op Rug, met Linkerzij boven, met Rechterzij boven, en met Kop boven en Kop onder.

Hij bepleit, op grond van de volgende experimenteele gronden, dat de veranderingen van den bulbusstand niet van 't ampullairapparaat afhangen, maar veeleer in verband staan met het otolithen-apparaat:

1. Nadat de reactie van uit de booggangen, door verwonding van deze, uitgeschakeld is, blijft de bulbusreactie op de lichaamshouding bestaan.

2. Het is ondenkbaar, dat beide bulbi zich opeens door synchrone voor- en achterwaarts-beweging der lymphe op beide zijden gelijk en blijvend instellen (zooals bij kop boven en kop onder).

3. De bulbusstand blijft door thermische prikkels onbeinvloed, de nystagmus daarentegen wordt er, bij veranderden bulbusstand, wel door beinvloed.

4. Bij langzame draaibewegingen komt nystagmus, bij snel draaien daarentegen niet, maar de bulbusdislocatie in de, aan de draaiing tegenovergestelde, richting blijft bestaan: bij plotseling remmen der beweging is de bulbusrotatie juist tegengesteld. Ook noemt hij devolgende theoretische argumenten,

waarom de endolymphe-strooming niet in aanmerking zou komen als prikkel voor de maculae.

1. Omdat de haarcellen in eene geleimassa ingebed zijn en niet vrij en beweeglijk in de vloeistof uitsteken, zooals bij de cristae.

2. Omdat de otolithenmassa er zich niet voor leent op deze lymphebeweging te reageeren.

3. Omdat houdingsverandering van 't lichaam de otolithenmassa, in hare glijdrichting, door de zwaartekracht kan verschuiven en zoo de zenuwuiteinden prikkelen kan.

4. Omdat de prikkeling evenlang aanhoudt als 't lichaam in zijne veranderde ligging blijft vertoeven.

Als eindresultaat van zijn experimenteel onderzoek vermeldt hij, dat de bulbi voor iedere lichaamshouding een karakterstieken stand hebben.

Ook bij snelle draaiing in 't frontale vlak blijven de bulbi in karakterstieken stand gefixeerd: deviatio horizontalis bilateralis dextra bij links-, sinistra bij rechtsdraaiing.

De verandering der richting en frequentie der nystagmus bewegingen zijn onafhankelijk van de standen.

De reflectorische deviatio bulbi verdwijnt eerst, als het vestibulum vernield is.

Ook hij spreekt hier de hypothese uit, dat de maculae utricularis en saccularis voor de waarneming van de kop-, resp. lichaamsligging bestemd zijn, en door *verschuiven* of *glijden* der otolithen geprikkeld worden. Ook de karakteristieke bulbusstanden bij iedere lichaamshouding zijn dan reflexverschijnselen, opgewekt van uit 't otolithenapparaat.

Gold 't eerste deel van KUBO's werk duiven en konijnen, het tweede gedeelte (66) is voor ons des te belangrijker, daar de proeven met haaien werden genomen.

Op een vernuftvol uitgedachte vischplank fixeert hij de

dieren voor zijn doel zeer voldoende, terwijl hij het dier, door doorstrooming met zeewater, in gunstige conditie houdt, hetwelk ook voor hem geregeld gedaan is door QUIX (86).

In tegenstelling met de vorige proevenreeks vindt hij, dat bij scyllium canicula en acanthias, ook bij *snel* draaien de nystagmus blijft.

De bulbus-rotaties bij ligginsveranderingen treden ook regelmatig op, terwijl bij verwijdering van booggangen en otolithen dit verschijnsel uitblijft. De, bij de verschillende liggingen optredende, bulbusstandsveranderingen keeren bij lang volhouden van deze ligging een weinig naar den primairstand terug.

't Belangrijkst zijn wel de twee volgende waarnemingen, waarbij echter de dieren onder de abnormale omstandigheid verkeeren, dat de otolithen zijn blootgelegd, zoodat de normale prikkel geheel is weggevallen.

't Geldt hier roggenotolithen, waarvoor hij de volgende maten opgeeft:

sacculus otolith	9	× 7.5 ×	2.5	m.m.
utriculus otolith	3.5	× 1.5 ×	5	„
lagena otolith	2	× 1 ×	0.5	„

I. *Directe waarneming van otolithenverschuiving.*

Hieromtrent zegt hijzelf: Wenn man den Rand des Otolithen (am besten zu betrachten ist der Otolith des Sacculus) genau fixiert, so kann man die *Verschiebung* oder *Gleitung beobachten.* In der Lage Kopf-oben ist die Gleitung des Otolithen des Sacculus deutlich, in den Seitenlagen kann man auch eine leichte Gleitung des Otolithen sehen. Die *Bewegungsexcursion* der Otolithen ist sehr gering, jedoch *mit freiem Auge erkennbar.*

II. *Directe verschuivingsproeven..*

Hierbij verschuift hij de otolithen met eene wattenprop in de gewenschte richtingen, meldt echter de grootte der excur-

sies niet, wat me ook bevreemdde van de mededeeling sub I.

Hij geeft de resultaten dezer proefnemingen als volgt op: (bij roggen.)

Otolith.	Verschuiving.	Resultaat.
utriculus,	naar voren,	Deviatio bulbi bilateralis dextra = kop onder;
sacculus,	naar onder,	nasale pool der bulbi naar onder = kop boven;
sacculus,	naar voren,	geen reactie;
utriculus,	naar achter,	twijfelachtig resultaat als bij kop boven;
sacculus,	naar buiten,	Deviatio verticalis superior = zijligging op de geprikkelde zij;
sacculus,	in 't midden gedrukt,	Deviatio horizontalis = draaiïng in eene aan de geprikkelde zij tegenovergestelde richting.

Bij *Torpedo marmorata* zitten de otokonieën in eenen zak. Schuift men dien zak naar voren of naar achter, dan treedt dusdanige draaiïng der bulbi op, als bij kop onder en kop boven in ruststand ontstaan.

III. *Proeven van partiëele of totale otolithen-exstirpatie.*

Ook de resultaten, bij deze proeven, kloppen weer precies op BREUERS theorie.

Eenzijdige wegneming van den *sacculusotolith* geeft bij „kop boven" zeer onduidelijke bulbusdraaiïng, bij „kop onder" is de rotatie nog duidelijk. Deze laatste kan men in buikligging nog oproepen door den teruggebleven utriculisotolith naar voren te schuiven: de voorwaartsdraaiïng bij „kop onder" zou dus komen door voorwaarts glijden van den utriculus-otolith.

Eenzijdige wegneming van den *utriculusotolith* geeft bij „kop boven" zoowel als bij „kop onder" onduidelijke verdraaiïng. In zijligging reageert de niet geopereerde zij beter dan de geopereerde.

Na wegname van *beide otolithen op ééne zij* is de draaiïng bij „kop boven" en „kop onder" slechts op de niet geopereerde zij zwak te zien: evenzoo in zijligging slechts op de niet geopereerde zij.

Na eenzijdige totaalexstirpatie der otolithen treedt, bij draaiïng in het horizontale vlak, geen deviatio horizontalis meer op, als de beweging naar de geopereerde zij, wèl echter als ze naar de gezonde zij plaats heeft en in dit laatste geval is de deviatie op de gezonde zijde 't sterkst.

IV. *Electrische prikkeling der zenuwuiteinden, na wegneming van de otolithen en ampullen.*

Hierbij moest hij gelijktijdig prikkelen:

a. macula utriculi + ampulla horizont. en anterior.

b. macula sacculi + ampulla posterior.

Nu ontstond bij prikkeling van:

Voorste utriculusgroep: draaiing als bij „kop onder".

Achterste utriculusgroep: horizontale deviatie, gekruist met de prikkelingszij.

Sacculusgroep: draaiing als bij ligging „kop boven".

De endolymphe werd, na al deze proeven, steeds onderzocht en niet verdikt bevonden.

Over de werking der macula lagenae bij visschen kon hij geen resultaten verkrijgen.

Drukten we bij den arbeid van KUBO ons leedwezen uit, dat daar geheel geen gewag gemaakt wordt van de doseering van den prikkel en van de gebezigde maat van verschuiving, bij MULDER (78) is 't juist omgekeerd. MULDER gaat uit van de juistheid van BREUERS otolithen-hypothese en bepaalt dan bij de cavia op ingenieuse wijze, verschillende verhoudingen tusschen de verkregen „otolithenreflex" en den daartoe aangewenden prikkel. Als reflex neemt hij 't achterblijven van

den kop bij versnellingen in de rechte lijn. Uit 't feit, dat, ondanks de aanzienlijke versnellingen, die hij aanbracht, er, bij dit achterblijven, nooit sprake was van eene beweging zonder latentie, leidt hij terecht af, dat hij hier met eene reflexbeweging te doen heeft.

Al levert MULDER geen nader bewijs, dat hij 't recht had van otolithenprikkel te spreken, zijne interessante waarnemingen over de bepaling der quantitatieve verhouding tusschen den door hem onderzochten prikkel en het effect daarvan, blijven er natuurlijk van even groote waarde om.

C. De theorie van von Cyon.

Wie met VON CYON kennis maakt, door zijnen laatsten arbeid (26) in te zien, verkrijgt vooreerst den indruk, dat de schrijver veronderstelt, dat zijne meening niet geloofd of au serieux genomen wordt. Meermalen schrikt de vinnigheid van zijne woorden ons op, b.v. als hij BREUERS verdediging van 1893 als „rhetorische Wortklauberei" bestempelt, terwijl 't opvalt, hoezeer hij zich van vele nieuw gevonden feiten de prioriteit toekent.

Ik baseer me, bij deze korte mededeelingen, op VON CYONS eigen opgave en op de chronologische ontwikkeling van zijne theorie, zooals hij die zelf in zijn, in 1908 verschenen, werk „das Ohrlabyrinth" aangeeft.

In 1877 reeds noemde VON CYON de twee takken van den acusticus:

1. De gehoorzenuw (n. cholearis).
2. De ruimtezenuw (n. spatialis s. n. vestibularis).

Deze laatste zou, in de hersenen, de voorstelling van eene

ideale driemensionneele ruimte oproepen en projecteeren op de gezamentlijke gewaarwordingen, verkregen door onze overige zintuigen, die bij de waarneming van de ons omgevende voorwerpen, als ook bij de positie van ons eigen lichaam in de ruimte, betrokken zijn.

Het centraalorgaan van den ruimtezin regelt dan de sterkte der innervatie van de spieren van den oogappel en van 't verdere spierstelsel. Op deze wijze worden de stoornissen, die optreden na booggangverwoesting, toegeschreven aan:

a. gezichtsduizeling = gebrek aan evenwicht tusschen de gezichtswaarneming en 't ideale ruimtecentrum;

b. de daaruit ontstane verwarring tusschen ruimtevoorstelling en hare betrekking tot 't geen wij zien;

c. de anomalieën tusschen de onderlinge verdeeling van de innervatie-sterkten in de genoemde spieren.

De kopverdraaiingen vat hij op als pogingen om de negatieve netvliesbeelden in positieve om te werken en zoo weer het evenwicht tusschen gezichtszintuig en ruimtevoorstelling te herstellen.

Het tonuslabyrinth van EWALD vindt geen genade in VON CYONS oogen. Zijns inziens kunnen de, in de ruggemergscentra opgehoopte, prikkelingsenergieën aldaar worden teruggehouden door een prikkel op bepaalde hersengedeelten, die remmend op deze centra inwerken. Die voorraad opgehoopte prikkelingsenergieën dient niet slechts om aan de willekeurige spieren eenen tonus te geven, maar ook, om, bij opwekking van willekeurige of reflectorische contracties van deze spieren, de daarbij onder hen te verdeelen prikkels te reguleeren en naar intensiteit en duur af te meten. Eigenlijk geeft hij hier dus niets anders weer, dan de lang bekende reflexremming bij gecoördineerde oefeningsbewegingen, als roeien, enz.

De eigenlijke oriënteering in drie vlakken van de ruimte, n.l. de keuze der richtingen van de ruimte, waarin de bewegingen zullen plaats grijpen en de coördinatie voor de innervatiecentra, die noodig zijn om deze richting in te slaan en te behouden, is de uitsluitende functie van 't booggangenapparaat. Dit apparaat is er dan ook op ingericht om drie richtingen, rechts-links, boven-onder en voor-achter te percipiëeren. De daarna volgende reguleering en afmeting van de innervatieprikkels, wat hun duur en intensiteit aangaat, zoowel voor deze centra, als voor die, welke 't behoud van evenwicht en de overigens doelmatige bewegingen beheerschen, geschiedt *bij voorkeur* met behulp van 't oorlabyrinth, maar wordt gelijktijdig door andere sensibele elementen (als oog, oor, tastzin, enz.) uitgeoefend. Bij uitval van 't oorlabyrinth kan zulk eene reguleering op meer of minder volkomen wijze door deze organen overgenomen worden.

De, door de booggangsprikkeling opgewekte, gewaarwordingen zijn dan *richtingsgewaarwordingen*. Ze komen slechts dan tot bewuste waarneming, als de opmerkzaamheid op hen gericht wordt. Deze richtingsgewaarwordingen dienen, zooals gezegd, den mensch tot vorming van de voorstelling van eene driemensionneele ruimte, waarop hij zijne andere zintuigaandoeningen projecteert.

Dienovereenkomstig kunnen dieren met twee booggangen (Petromyzon fluviatilis) zich slechts in twee, dieren met slechts éénen booggang (Myxine en Japansche dansmuis) zich slechts in ééne richting oriënteeren. Ook concludeert hij uit eigen waarnemingen, dat door de dansmuis, (die volgens RAWITZ slechts één normalen booggang heeft) het geluid slechts van eene richting zou worden waargenomen, terwijl die dieren ook maar in ééne richting in de ruimte zouden georiënteerd

zijn en zich daardoor slechts in de richting voor-achter zouden kunnen bewegen. Hier is het niet de plaats, de auteurs te vermelden, die deze meening afdoende weerleggen.

Met Loeb, Bethe en Beer is hij 't geheel oneens. De vaardigheid om zich te oriënteeren tusschen subjectieve en werkelijke ligging is wèl weggevallen bij aansnijden van den acusticus; neemt men echter voorzichtig de otolithen alléén weg, dan zou niets van al die verschijnselen optreden.

Kreidls reactie zou slechts aan pijn te wijten zijn, terwijl hij Lee's mededeeling absoluut niet vertrouwt, omdat deze niet op 't dagblind zijn van galeacanis gelet had en tòch mooie resultaten verkreeg.

Niet alleen als *ruimtezintuig* en *richtingszintuig*, maar ook als *tijdzintuig* en zintuig voor *getalvoorstelling* zou 't inwendig oor dienen.

De toonsgolven zouden in de eerste plaats der ampullairzenuwen tijdelijke prikkels geven, waardoor eene plotselinge uitschakeling van weerstand ontstaat. De richting, waarin dan de beweging, die door de uitschakeling van den remmenden tonus ontstaat plaats vindt, hangt af van den door de geluidsgolf geprikkelden booggang. De gekruiste werking van den N. Acusticus zou dan als gevolg hebben, dat, wanneer de aan den prikkel gelijkzijdige spieren tot functie zouden worden aangezet, die van de andere zijde in dusdanige mate zouden worden geremd, dat, door dit spel der antagonisten, ondoelmatige bewegingen verhinderd zouden worden en het te bereiken effect juist zou kunnen worden gedoseerd.

De contineerende prikkel van de remmende zenuwuiteinden der *otocysten* — die dus den gewenschten tonus altijd zou handhaven — zou door entotische en dergelijke geruischen worden opgeroepen. Deze geruischen zouden op de korte haren der

maculae acusticae werken en deze zouden op deze wijze wel kunnen dienen ter *handhaving van 't evenwicht in rusttoestand.* De haren der *ampullen* zouden speciaal door toonopwekkende luchttrillingen geprikkeld worden en dienen om de *toonsrichting* en op die wijze de *richtingsaandoening* op te wekken. De *otolithen* zouden, *'t zij* als *toondempers* en dus *bewegingsonderdrukkers,* dienen, *of* ze zouden, door hunnen constanten druk op de haren, als een getrokken haan van eenen revolver slechts op eenen *kleinen prikkel* wachten om te kunnen *reageeren.*

Derhalve zijn dan de otocysten, als regelingsapparaat voor de innervaties, wat de intensiteit, duur en volgorde van deze aangaat, een soort *energimeter.*

Van het coördinatie-vermogen van het oorlabyrinth, welks functie — zooals gezegd is — zou bestaan in de fixatie van den tijd en van de volgorde, waarin prikkels aankomen, zoude het bewustzijn van tijd en ruimte afkomstig zijn. Het centrum beheerscht aldus ook den tijd, dien we aan 't effect van de, daarin aankomende, prikkels — onze handelingen — besteden. Dat dit centrum — of deze centra — onze handelingen zoo naar tijd en plaats weten af te meten, zou er op wijzen dat 't ware rekencentra zijn en daar tot duidelijke voorstelling hiervan getallen noodig zijn, zouden we aan dit zelfde centrum ons *getalsbewustzijn* te danken hebben.

Zoo zou 't oor 't gewichtigste van onze zintuigen zijn en zouden we aan dit orgaan eigenlijk *ons bewustzijn* te danken hebben, waarvoor ook zijn hoogst beschutte ligging in den schedel zou pleiten.

Gaarne beken ik, aan 't eind van dit hoofdstuk, dat ik hierin getracht heb in grove trekken den gedachtengang van Von Cyon weer te geven. Ik ontveins mij niet, dat er enkele hiaten in voorkomen, die 't gevolg zijn van de moeilijkheid, zich geheel in Von Cyons gedachtengang in te denken.

HOOFDSTUK II.

Iets over Otolithen van Beenvisschen

Terwijl ik, in het vorige hoofdstuk, getracht heb de meeningen der schrijvers te vermelden, die, in meerdere of mindere mate, over de physiologie der otolithen hebben gewerkt, rest me hier de taak, eenige mededeelingen te doen over eene groep schrijvers, die in de morphologische eigenschappen van de otolithen bij visschen een gegeven vinden, om de verschillende species in groepen te rangschikken en tevens om den ouderdom van eenen visch te bepalen.

De theorie van BREUER brengt er ons toe, om aan de morphologie van den otolith eene groote waarde toe te kennen.

Reeds BRESCHET (12 en 13) trachtte eene klassenverdeeling der visschen naar hunne otolithen samen te stellen, terwijl ook HUSCHKE (52) tabellen geeft van de eigenschappen van verschillende otolithen.

KRIEGER (64) bestudeert ook hunne morphologie nauwkeurig.

De eerste echter, die systematisch in dit opzicht te werk gaat, is KOKEN (57, 58, 59). 't Zou ons te ver voeren, hier de interessante mededeelingen te vermelden, die hij over fossiele otolithen doet. Voldoende zij 't er op te wijzen, dat door zijne studie de kennis der otolithenvormen ook voor de palaeontologie van groot belang is geworden, daar hij in vele

dezer fossiele otolithen de vormen van die, van nu nog levende vischfamilles, terugvindt. Tevens is deze omstandigheid van veel belang, zoowel voor de herkenning van de plaatsen, waarvan de vischsoort afkomstig is, als voor de gesteldheid van de vroegere verhoudingen van land en zee, omdat de otolithen tot de meest resistente deelen van den visch behooren.

Op de verschillende vormeigenschappen der otolithen, die ook hij reeds vermeldt, hoop ik straks terug te komen. Van belang is echter hier reeds te vermelden, wat hij ons zegt over de onregelmatige buitenoppervlakte van den otolith op blz. 528 (57): *„Die Sculptur wird durch schnelles unregelmässiges oder stetiges und langsames Wachsthum des Otolithen modifiert*, so dass oft nur die Grundzüge des Dessins hervortreten."

Deze sculptuur wordt, behalve door concentrische ringen, ook gevormd door straalsgewijze loopende lijnen, die even zoo veel splijtingsrichtingen aangeven, waardoor kegelvormen ontstaan, die voor elke soort visch verschillen, maar voor individuen van dezelfde soort steeds eenen typischen vorm hebben.

Reibisch (87) is de eerste, die, bij de schol, wijst op de jaarringen van den otolith, die belangrijk zijn voor 't bepalen van den ouderdom van de visschen. Hij constateert ook, dat 't gewicht van de gelijknamige otolithen van beide zijden nagenoeg volkomen gelijk is. Eene constante verhouding tusschen 't gewicht van den visch en dat van diens otolithen, laat zich niet vaststellen. Hij vond, dat in warm water de kalkafzetting in den otolith sterker is dan in water van lagere temperaturen. Somtijds (in 2 van de 175 onderzochte exemplaren), was deze amorphe kalk door kristallen vervangen. Dit cijfer van hem is lager dan dat van Jenkins (55), die dit verschijnsel bij

haring in 3 % der gevallen vond. Ook vond JENKINS in één geval de sagitta (naam voor den otolith van den sacculus), der eene zijde veel kleiner dan die van de andere zijde. 't Zou een buitenkansje zijn geweest, indien hij dit individu eerst in leven had kunnen observeeren.

In de otolithen van mannelijke en vrouwelijke individuën vindt hij geen verschil.

Voor de clupeiden stelde hij vast, dat men, aan den vorm der otolithen, steeds herkennen kan tot welke soort clupeide ze behooren en dat men aan den otolith, door de jaarringen, den ouderdom kan bepalen.

Belangrijk is ook de mededeeling van FRIJD (41), die ons meldt, dat bij platvisschen, bij welke eene volkomen verandering van 't evenwicht opgetreden is, in samenhang daarmee ook eene verandering in den bouw van den otolith optreedt. De ringen op de blinde zijde zijn daar concentrisch, die op de oogzijde excentrisch geördend, eene mededeeling, die door MAIER (75) wordt bevestigd.

Uit de combinatie van de mededeeling van FRIJD en MAIER laat zich 't beeld van den otolith in 't algemeen mooi opbouwen en daar hierbij eenige, voor de beschouwingen van de theorie van BREUER belangrijke, feiten aan 't licht komen, zal ik hier hunne gegevens eenigszins beknopt mededeelen.

Daar voor de ouderdomsbepaling bij beenvisschen, waarom 't dezen schrijvers te doen is, de, in den sacculus liggende, *sagitta* hoofdzakelijk in aanmerking komt, terwijl de, in de lagena liggende, *asteriscus* en de, zich in den utriculus bevindende *lapillus* zich daartoe minder eigenen, betreffen hunne mededeelingen slechts dezen eersten steen, reden waarom we verder in dit hoofdstuk van otolith sprekende, de *sagitta* bedoelen, tenzij uitdrukkelijk anders vermeld wordt.

We kunnen aan den otolith, naar de ligging in den sacculus, onderscheiden:

1° eenen, naar 't kopeind gerichten, *voorrand;*

2° eenen, naar het staarteind gerichten, *achterrand;*

3° eenen ventralen *onderrand;*

4° eenen dorsalen *bovenrand;*

5° eene, naar de mediaanzijde toegekeerde, *binnenvlakte;*

6° de, naar buiten gerichte, *buitenvlakte.*

Bijna steeds is de otolith een *vlakke schaal* met concave buitenvlakte.

Daar, waar de otolith met zijne convexe *binnenvlakte* op de macula acustica ligt, heeft hij eene *spleetvormige uitholling*, die *òf zich over den heelen otolith uitstrekt, òf slechts tot een deel ervan beperkt is*, den zoogenaamden *sulcus acusticus*, die meermalen eene *insnoering*, bevat. Aan dezen sulcus onderscheidt men het, naar den voorrand gerichte, *ostium* en de, naar de achterzijde gerichte, *cauda*. Cauda en ostium eindigen dus nu eens open, dan blind, aan den voor- en achterrand. Cauda en ostium zijn somtijds door eene kleine verhevenheid opgevuld, *het colliculum*, terwijl ook elders in den sulcus zich verhevenheden kunnen voordoen.

Zeer belangrijk is ook, dat bij vele visschen deze sulcus eene *sterke kromming*, soms *hoeksgewijze*, vertoont.

Volgens Frijd (blz. 16) komen ook volkomen platte steenen voor en ook zulke, waarbij de binnenvlakte geheel plat, de buitenvlakte gewelfd is.

In den voorrand van den steen vindt men meermalen een inham: de z.g. *excisuur*, aan de omslagplooi begrensd door *rostrum* en *antirostrum*.

De verhevenheden langs den sulcus noemt men *cristae*.

Bij oppervlakkige beschouwing ziet men, vooral duidelijk

aan de *buitenvlakte* van eenen verschen (of later bevochtigden) otolith, bij veel visschen duidelijke *ringen*, die, bij opvallend licht op een donkere onderlaag, zich afwisselend wit doorschijnend en donker-ondoorschijnend voordoen. Bij andere visschen zijn zulke ringen van den otolith, tengevolge van zijne dikte, niet duidelijk waarneembaar, maar komen zij bij lengte- en vooral bij dwarsdoorsneden te voorschijn. De *kern* is steeds *wit*, daaromheen volgen dan afwisselend lichtere en meer donkere ringen. 't Zijn dus eigenlijk *omhullende schalen*, als bij eenen ui.

De *kern* zelf bestaat uit een, in 't centrum gelegen, bijzonder wit *kernpunt*, waaromheen een zeer smalle doorschijnende *kerntusschenring* en daaromheen weer een breede witte *kernring*, welke laatste verreweg 't grootste deel van den kern vormt en dikwijls direct met 't kernpunt tot eenen witten ring versmelt. Op dezen kernring volgt dan een donkere ring en zoo afwisselend steeds door.

Bij microscopisch onderzoek schijnt de donkere ring helder, de witte donker, omdat we hier met doorvallend licht te doen hebben. MAIER zag nu, dat de geheele otolith uit fijne *kristalnaaldjes van koolzure kalk* bestond, zooals ook KOKEN had opgemerkt, in tegenstelling met REIBISCH en JENKINS, volgens welke de otolith uit amorphe kalk zou bestaan.

Bij eene dunne snede, in gepolariseerd licht gezien, zou men echter de afzonderlijke kristallen in verschillende interferentiekleuren zien oplichten.

Op die plaatsen, die overeenkomen met die ringen, die bij opvallend licht ondoorschijnend-wit zijn, herkent men, bij doorvallend licht onder 't microscoop, meerdere dicht samenliggende zônes, die met *donkere ondoorzichtige korreltjes* zijn gevuld. Door behandeling met zoutzuur lossen zich de kristallen terstond op

en blijven slechts deze ondoorzichtige korreltjes over, die zich gemakkelijk laten kleuren. Ze schijnen uit organische substantie te bestaan.

De witte ringen zouden ontstaan door dicht tegen elkaar aanliggen van de, bij opvallend licht witte ondoorzichtige, korrels, terwijl de korrelvrije, slechts uit kalknaalden bestaande deelen, in dezelfde belichting als donkere doorschijnende ringen te voorschijn komen.

Door observaties, zoowel aan aquariumdieren als aan vrij uit zee gevangen dieren, maakte MAIER nu uit, dat:

de witte ring in het tijdvak van April tot Juni ontstond;

de donkere ring in dat van Juni tot November;

terwijl van December tot Mei de groei geheel stilstond.

Zijne conclusie, dat bij alle visschen elk jaar een witte en een donkere ring gevormd worden, vindt hij bevestigd door vergelijking met de jaarringen aan de schubben en met de maatcurven.

De kern echter is altijd wit, zoowel bij voorjaarsbroed als bij najaarsbroed.

Eigenaardig is ook, dat MAIER vond, dat, bij otolithen van schollen, de ringen, die ze in de volle zee verkrijgen veel grooter zijn, dan die, welke dichter bij de kust aangroeien zooals bleek uit visschen, welker oponthoud door proefneming bekend was. Het bleek trouwens ook, dat de schollen uit diepe zee over 't algemeen, in korteren tijd, veel grooter waren dan de, met deze in leeftijd overeenstemmende, kustschollen.

Wanneer wij deze gegevens vergelijken met de gegevens van BREUER in zijn praeparaat van den sacculusotolith bij den snoek, dan krijgen we 't volgende:

BREUER vindt in den snoekenotolith eene gleuf, die in de

dwarsche richting nauw om de papilla nervosa sluit en in de lengterichting zoodanig verloopt, dat eene verschuiving over deze papil, zijns inziens, mogelijk zou zijn, terwijl eene verschuiving in de richting loodrecht daarop onmogelijk is. Hij concludeert hieruit, dat in deze lengterichting waarschijnlijk glijdingen plaats hebben en dat speciaal met 't oog daarop deze gleufrichting gekozen is. Op dit praeparaat baseert hij voor een groot deel zijne glijdtheorie.

Herhaal ik daarbij in 't kort, wat de bovengenoemde onderzoekers vonden, dan kan ik hier volstaan met te herhalen, dat ook zij in den otolith eene gleuf aantroffen. Deze gleuf verloopt zelden in eene rechte lijn, ze is meermalen aan een of twee uiteinden meer of minder afgesloten, imponeert somwijlen zelfs meer als deuk, haar bodem heeft meermalen een onregelmatig, bobbelig, oppervlak en hare breedte is op verschillende plaatsen zeer ongelijk.

Ik stel me voor in een later hoofdstuk na te gaan welke eigenschappen van deze gleuf vóór, welke tegen de opvattingen van BREUER pleiten.

HOOFDSTUK III.

Anatomie van het gehoororgaan van Acanthias vulgaris.

(Zie Figuur I).

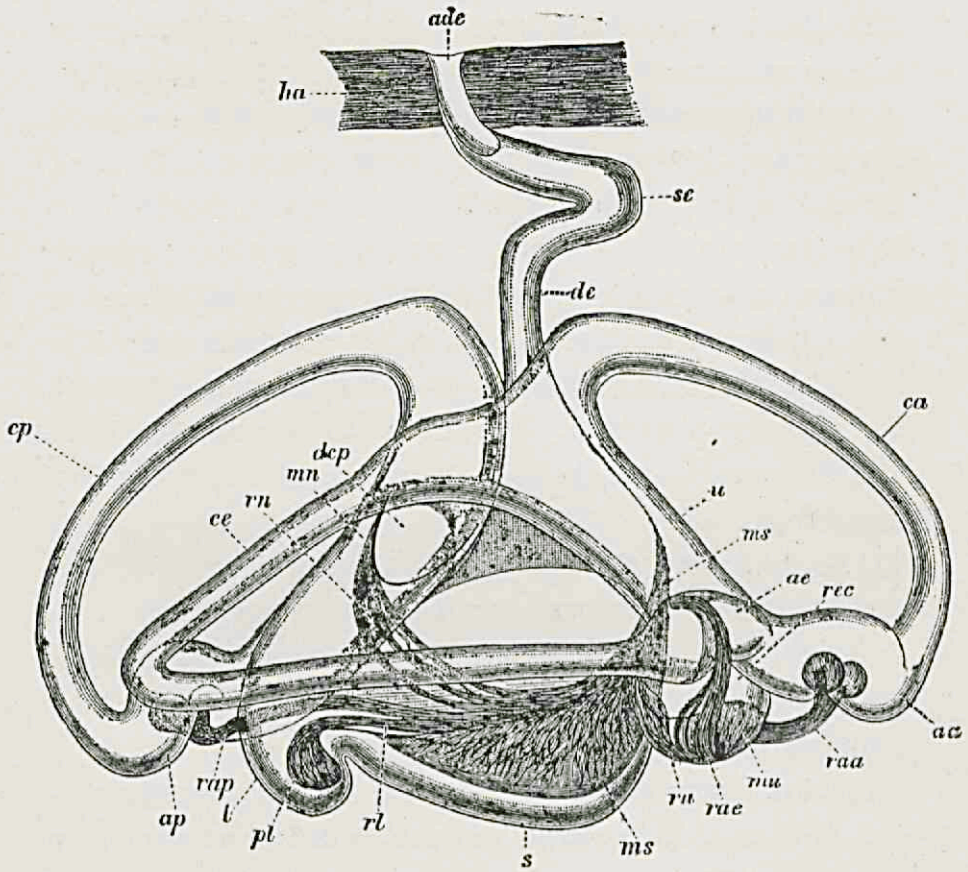
Voor een goed inzicht in de later volgende proeven is het wenschelijk in korte trekken de anatomie van het gehoorapparaat van Acanthias vulgaris voor ons oog te roepen, voor welke beschrijving ik hoofdzakelijk RETZIUS volg.

Ik kies hier *Acanthias vulgaris*, omdat *Galeus canis* en *Mustelus vulgaris*, die ik voor mijne experimenten ook bezigde, verre in de minderheid blijven en eene beschrijving van het gehoororgaan van Acanthias voor een algemeen inzicht in de verhoudingen van dit orgaan, ook bij de andere soorten, voldoende is.

In hoeverre wij de anatomische bijzonderheden, vooral wat de onderlinge ligging der otolithen aangaat, ook kunnen waarnemen op de door mij genomen röntgen-afbeeldingen, hoop ik, ter plaatse waar deze besproken zullen worden, na te gaan.

Aan den ongeschonden haaienkop zien we, in 't achterste gedeelte van de taaie huid, die over den kraakbeenigen schedel ligt, te weerszijden van de mediaanlijn, twee speldepuntgroote openingetjes. Elk dezer openingen is de uitmonding (*a d e*) van een kanaaltje — den *ductus endolymphaticus* (*d e*) — dat plaatselijk, vlak onder de huid, eene kleine verwijding — den *sacculus endolymphaticus* (*s e*) — vertoont en de kamer van

het vliezige labyrinth — de *endolymphatische ruimte* — met de buitenwereld in verbinding brengt. In den sacculus endolymphaticus vinden we eene ophooping van kristallen.



Figuur I (naar RETZIUS).

Eene tweede opening in 't kraakbeenig omhulsel, iets achter de boven beschrevene, is door eene vliezige membraan afgesloten en de ligging van deze membraan demonstreert zich als eene kleine verdieping in de huid.

Tusschen de kraakbeenige holte en het daarin opgesloten vliezige labyrinth, bevindt zich eene ruimte — de *perilympha-*

thische ruimte, waarin een bindweefselnet is uitgespannen, dat het vliezige labyrinth fixeert.

Aan het vliezige labyrinth onderscheiden wij de volgende deelen:

1. Den *utriculus (u),* een cylindervormig blaasje, dat zonder scherpe grenzen in den *sinus utriculi (s u)* overgaat. In den utriculus monden de *voorste (a a)* en de *buitenste (a e) ampulle.* Elk dier ampullen wordt door een *septum,* dwars op de lengteas, gedeeltelijk in tweeën gesplitst. Op dit septum bevindt zich de *crista acustica.* De crista vormt het eigenlijke periphere zintuigelijk apparaat. Zij bestaat uit eene groep haarcellen, welke tusschen indifferente steuncellen gefixeerd zijn. Elke haarcel zendt een lang haar uit, dat in de endolymphe flotteert, als het wier in de beek. Alle haren zouden door eene geleiachtige massa tot een kopje — de *cupula* — tezamen gehouden worden.

Aan de andere zijde staat de utriculus, door den *ductus utriculi,* met den *recessus utriculi (r e c)* in verbinding. Deze recessus utriculi doet zich voor als eene ovale blaas, die door den sleufvormigen *sulcus utriculo-saccularis* met den sacculus communiceert.

Op den bodem van de binnenvlakte van den recessus utriculi, bevindt zich de *macula recessus utriculi (m u),* waarboven de *otolith van den utriculus* geplaatst is, die uit — met het ongewapend oog waarneembare — dobbelsteenvormige kristallen bestaat, waartusschen zich kleine partikeltjes van zeer onregelmatigen vorm bevinden.

Daar bij het praepareeren de otolith zoo licht wordt beschadigd, is zijn vorm tot heden nog niet bekend.

Het tweede onderdeel van 't vliezige labyrinth is:

2. De *sacculus (s),* een zakje, welks onregelmatige vorm

aan eene peer doet denken, 't welk naar achteren in eene uitbochting uitloopt, die:

3. De *lagena (l)* vormt. Op de binnenvlakte van de lagena bevindt zich de *papilla acustica lagenae (p l)*, die zonder scherpe grenzen overgaat op de *macula acustica sacculi (m s)*, eene uitgebreide halvemaanvormige vlek. Op deze vlekken liggen de groote *otolith van den sacculus*, driehoekig van vorm, en de *otolith van de lagena*.

De maculae zijn ongeveer van gelijken bouw als de cupulae. Alleen zouden hier de haren uit de cellen convergeeren naar eene membraan van fibrillair vlechtwerk, de *membrana tectoria* en zich in dit vlechtwerk verliezen. Op deze membrana tectoria is dan de otolith of, in dit geval, de *otoconie* geplaatst.

Vanuit den sacculus voert de *ductus canalis posterioris (d c p)* in de *ampulle (a p) van den achtersten booggang*, die in eene ringvormige kromming verloopt. Op den achterwand van dit verbindingskanaal bevindt zich eene halvemaanvormige zenuwvlek, de *macula neglecta Retzii (m n)*.

Terwijl 't voor de booggangen zeker is, dat ze in drie onderling loodrechte vlakken verloopen, is deze onderling loodrechte verhouding, wat de maculae betreft, slechts (door RÜDINGER) bewezen voor de macula utriculi en de macula sacculi.

Over 't zenuwverloop nog 't volgende:

De *Nervus acusticus* deelt zich in de labyrinthholte in eenen *Ramus anterior* en eenen *Ramus posterior*.

De Ramus anterior verdeelt zich in drie takjes, den *ramulus recessus utriculi (r u)*, den *ramulus ampullae anterioris (r a a)* en den *ramulus ampullae externae (r a e)*, waarvan de eindvezelen tot aan de basis der haarcellen in de maculae en cristae doordringen en deze cellen omspinnen.

De Ramus posterior verdeelt zich in vier takjes, te weten in den *ramulus sacculi (r s)*, den *ramulus neglectus (r n)*, den *ramulus lagenae (r l)* en den *ramulus ampullae posterioris (r ap)*. Ook hier hebben de eindvezelen weder 't zelfde verloop.

Bijgaande figuur I, die ook aan RETZIUS ontleend werd, geeft van de bovenbeschreven anatomie een duidelijk beeld.

HOOFDSTUK IV.

Eigen Onderzoek.

Het doel, dat ik mij bij mijn onderzoek heb gesteld is: na te gaan of er bij visschen verschuivingen der otolithen plaats hebben in den zin van de theorie van BREUER, ja dan neen, indien het hoofd van den visch in verschillende standen of in eene progressieve beweging met veranderlijke snelheid, gebracht wordt.

Het experimenteel onderzoek zal derhalve twee onderzoekreeksen moeten omvatten, de *eerste*, die zich bezighoudt met de verschuiving bij standsverandering, de *tweede*, waarin plaatsverandering der otolithen bij progressieve beweging wordt nagegaan.

Het waarnemen der otolithenverschuiving stuit al dadelijk op de vraag: hoe zullen wij den otolith zichtbaar maken?

Bij de gewervelde dieren liggen de otolithen opgesloten in het vliezige labyrinth, dat door een stevig, dik omhulsel van been of kraakbeen wordt omgeven, waardoor zij aan ons oog geheel zijn onttrokken.

De methode, die voor de hand ligt, om de otolithen voor het oog toegankelijk te maken, bestaat in het openen van het beenige of kraakbeenige labyrinth en, zoo noodig, ook van het vliezige labyrinth.

Deze weg is gevolgd door QUIX en KUBO.

Dat deze weg voor het verkrijgen van betrouwbare resultaten zeer gevaarlijk is, behoeft wel geen uitvoerig betoog, wanneer wij ons even de anatomie van het labyrinth voorstellen. Bij opening van het beenige labyrinth toch zal onmiddelijk de perilymphe geheel of gedeeltelijk afvloeien, waardoor de statische verhoudingen in het zoo teere orgaan geheel gewijzigd worden. En juist voor het opsporen van de veronderstelde verplaatsingen der otolithen is het noodzakelijk, dat deze verhoudingen ongewijzigd blijven.

Is dus het experiment, waarbij het harde omhulsel van het vliezige labyrinth geopend wordt, niet te vertrouwen, met hoeveel meer wantrouwen moeten dan die experimenten beoordeeld worden, bij welke tevens het vliezige labyrinth geopend werd, zoodat ook nog de endolymphe afstroomen moest.

Betrouwbare resultaten kunnen slechts verkregen worden door eene methode, die het labyrinth zelf intact laat.

De, in alle takken der geneeskunde en der biologische wetenschappen hervormend optredende, Röntgenstralen kunnen ook hier van onberekenbare waarde zijn, indien het gelukt, door middel van deze stralen de, van het overige lichaam materieel sterk verschillende, otolithen voor het oog zichtbaar te maken.

Voor een dergelijk experiment trokken de kraakbeenige visschen, bij welke relatief groote otolithen voorkomen, reeds de aandacht van Quix, die, op het elfde Nederlandsch Natuur- en Geneeskundig Congres in 1907, Röntgenfoto's vertoonde van haaienkoppen, waar de otolithen scherp op waren afgeteekend.

De hier gewezen weg om de theorie van Breuer nader aan de werkelijkheid te toetsen, kwam mij zeer aanlokkelijk voor, wijl ik mij voorstelde, dat, indien deze verschuivingen werkelijk plaats hebben, zij in het radiogram aantoonbaar moeten zijn.

Mijn experimenteele arbeid is nu begonnen met het maken van Röntgenfoto's van haaienkoppen, vooreerst om in de Röntgentechniek eenige ervaring te verkrijgen en ten tweede, om in het radiogram van den haaienkop georienteerd te zijn.

Deze vóórarbeid werd mij door de groote welwillendheid en de ruime ervaring van den officier van gezondheid der 1e klasse Dr. A. VAN DER MINNE zeer vergemakkelijkt.

Het is hier nu de geschikte plaats dat gedeelte der welvoorziene Röntgeninrichting van het Militair Hospitaal te Utrecht te beschrijven, waarin mijn experimenteel onderzoek heeft plaats gehad.

Door een motor van 4 P.K. wordt een gelijkstroom-gelijkstroomtransformator in beweging gebracht, welke den stroom van het Gemeentelijk Electrisch Bedrijf verlaagt tot eene spanning van 65 volt. Deze spanning is, door meerderen weerstand uit te schakelen, te verhoogen tot 100—110 volt, welke dient tot voeding van eenen inductor van MAX KOHL, met WALTER-schakeling, van 50 cM. vonk-lengte.

Door eenen mechanischen onderbreker (een kwikzilveronderbreker met glijdcontracten), of door eenen electrolytischen onderbreker van WEHNELT met 3 stiften, wordt de primaire stroom onderbroken, in de Ruhmkorf geleid en hierin geïnduceerd tot een stroom van zeer hooge spanning, welke zich ontlaadt in de Röntgenbuis.

Als Röntgenbuizen werden voor het beoogde doel gebruikt die van POLYPHOS, later van BURGER.

Ten einde goed contrastrijke beelden van den haaienkop te krijgen in de verschillende standen, werden gebruikt zachte buizen, d. w. z. buizen met een betrekkelijk hoog luchtgehalte, vergeleken bij de voor andere doeleinden gebruikte buizen.

De opnamen werden zoo veel mogelijk genomen onder

dezelfde voorwaarden, wat betreft stroomsterkte en stroomspanning.

Altijd werd gebruik gemaakt van dezelfde buis voor ééne serie van opnamen.

Bovendien werd zorg gedragen, dat de antikathode-spiegel altijd dezelfde plaats had tegenover den haaienkop, ten einde de projectie der beelden in de verschillende standen van den haaienkop ten opzichte van den spiegel altijd dezelfde te doen zijn.

Evenzoo was de tijd van belichting voor ééne serie van opnamen steeds dezelfde [1]) en werden altijd dezelfde lichtgevoelige (photographische) platen gebruikt, n.l. die van LOMBERG.

Ter onderdrukking van de sluitingsvonk in de Röntgenbuis, werd tusschen de negatieve pool van den inductor en de kathode van de buis eene ventielbuis ingeschakeld.

Ten slotte zij nog vermeld, dat de photographische platen, alvorens ze, op de later te beschrijven wijze, in het toestel werden gebracht, als volgt waren ingepakt. Allereerst legde ik een dun caoutchouk lapje om de plaat, 't welk, door zijn ruw oppervlak, verschuivingen van de plaat in de enveloppe van zwart linnenpapier verhinderde. Plaat en omhulsel pasten precies in de enveloppe en dit geheel paste weer vast in eene tweede, zwarte enveloppe, waarvan de sluiting aan de andere zijde viel, dan aan welke de sluiting der eerste enveloppe aangebracht was.

De gevoelige zijde van de plaat was steeds naar de Röntgenbuis gekeerd.

Om de platen te ontwikkelen, werd de volgende oplossing gebruikt:

---

1) Waar dit eenmaal niet het geval was is dit uitdrukkelijk vermeld.

Hydrochinon	16
Carb. kalic.	120
Sulph. natric	80
Aquae.	2000

terwijl 't fixeerbad was samengesteld uit:

Sulph. natric	100
Hyposulph. natric . .	400
Acid sulph.	8
Aquae.	2000

Ik kan nu overgaan tot beschrijving van het toestel, dat bij beide proevenreeksen werd gebezigd en dat bij de eerste reeks geplaatst werd op eenen voet, die èn in 't horizontale, èn in 't verticale vlak draaibaar was, terwijl het bij de tweede proevenreeks werd bevestigd op een balk, die om eene, loodrecht op 't midden verloopende, vertikale as in 't horizontale vlak roteerde.

De onwrikbare fixatie van den haaienkop in het toestel heeft mij veel proefnemingen gekost. Ten slotte ben ik hierin geslaagd door den kop in te sluiten in parafine. Dit geschiedde op de volgende wijze.

Voor de, in deze beschrijving opgenomen, letters verwijs ik naar Figuur II.

De kop werd geplaatst in een lichten vierkanten aluminiumrand, waarvan wij in de figuur een der vier opstaande vlakken *(g)* zien. Deze rand wordt daartoe los uit het toestel genomen en op eene marmeren plaat gezet. De plaatsen waar de rand op de plaat stuit worden ingevet.

Als vervolgens de haaienkop binnen den aldus gevormden bak geplaatst is, — 't geen steeds op dezelfde wijze geschiedde —

wordt de bak met juist gesmolten parafine zoover vol gegoten, dat de dorsale vlakte van den haaienkop nog even uitsteekt. Dit laatste wordt gedaan om het radiogram helder te verkrijgen; bevindt zich n.l. ook boven den kop een dikke laag parafine, dan is dit voor de scherpheid der afbeelding niet bevorderlijk.

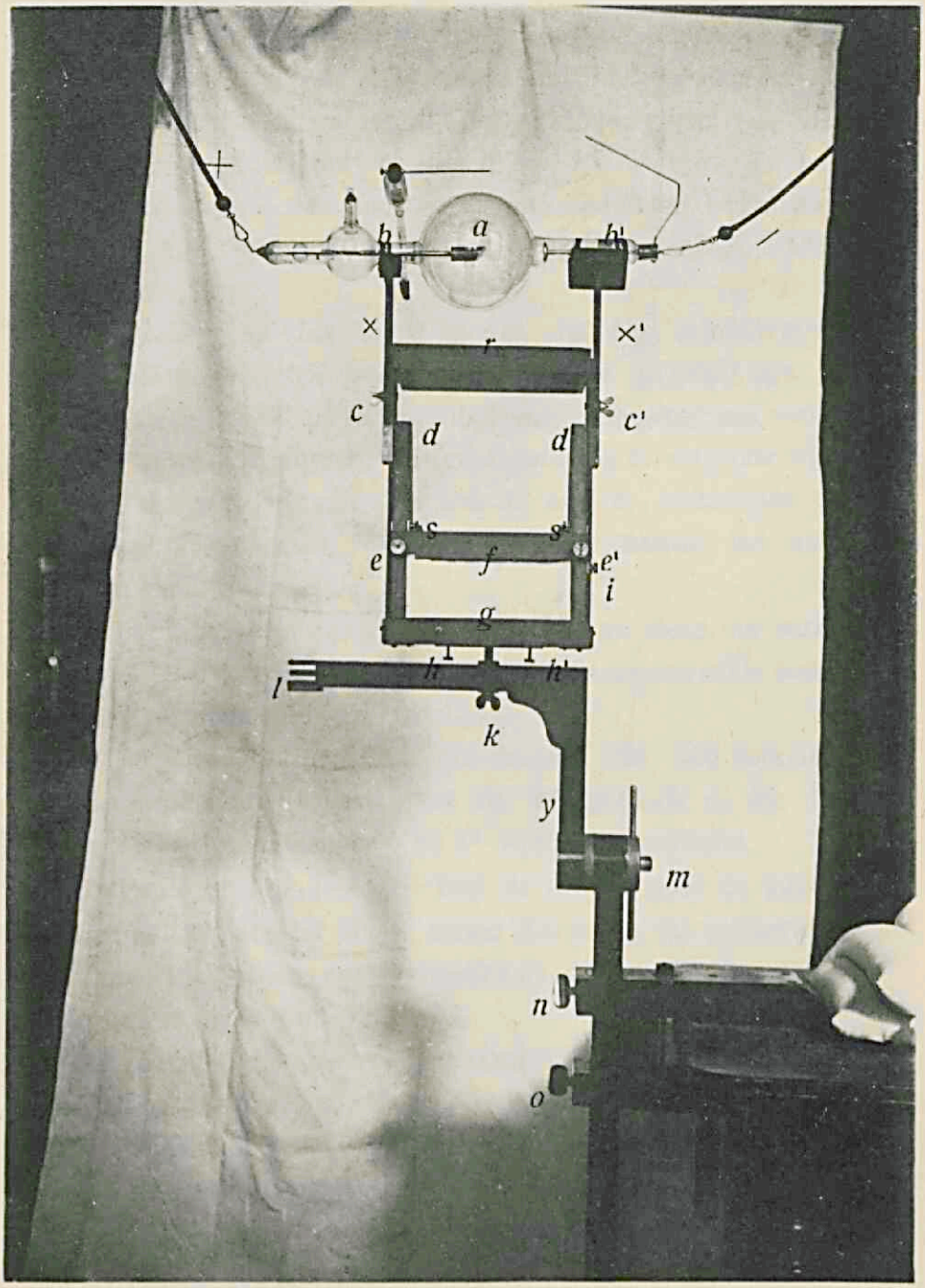
Na een paar uren is de parafine gestold, waardoor rand, parafine en haaienkop een vast geheel geworden is. Daar bij het stollen de parfine intrekt, ontstaat somtijds plaatselijk eene terugtrekking van den rand.

De aldus ontstane gleuf wordt dan achteraf weer met gesmolten parafine opgevuld. Is ook deze gestold, dan laat zich de rand met inhoud, tengevolge van de voorafgegane invetting, gemakkelijk van de marmeren plaat afschuiven. Men heeft dan den haaienkop, zonder de minste verwonding, op uitnemende wijze in het aluminium raam bevestigd.

De aldus gefixeerde kop moet nu in het toestel nog onwrikbaar bevestigd worden.

Het toestel bestaat uit een houten bak, waarvan een der wanden verwijderd is en vervangen wordt door een balkje *f*, dat om de schroef *e* kan draaien en in de klemschroef *e'* kan vastgeklemd worden. Is het dwarsbalkje naar boven gedraaid, dan kunnen het aluminiumraam met inhoud in den bak geschoven worden, waarin het juist past. De fixatie van het aluminiumraam in den bak wordt bovendien buitengewoon solide bewerkstelligd door middel van schroeven met contramoeren (i) en door twee koperen zijstukken (s en s'), welke door middel van stevige schroeven den aluminiumrand omsluiten. Tot overmaat van zekerheid wordt de dwarsbalk *f* nog door de schroeven *e* en *e'* stevig aangedrukt.

De bodem van den houten bak heeft een dubbelen wand. In den bovenwand van den bodem is een metalen draadkruis gespannen,



Phototypie Versluys & Scherjon, Utrecht.

FIGUUR II.

De ruimte tusschen den bovensten en den ondersten bodemwand is zoo gekozen, dat daarin een houten chassis kan worden geschoven, waarop de — op bovenbeschreven wijze ingepakte — plaat komt te liggen.

Ook dit geheel kan door de, in den ondersten bodemwand aangebrachte, schroeven h en h' weder onbeweeglijk worden gefixeerd.

Wij hebben op deze wijze bereikt, dat kop, draadkruis en plaat onbeweeglijk ten opzichte van elkander bevestigd zijn.

Ten slotte moest de Röntgenbuis nog onbeweegbaar aan dit toestel bevestigd worden. Dit geschiedde op de volgende wijze.

Aan de wanden van den bak is aan de buitenzijde een verlengstuk geklonken, dat, tot meerdere fixatie, het eikenhouten raam r draagt.

In deze verlengstukken passen, als eene slede, de vorken x en x', die met de schroeven c en c' op elke gewilde hoogte kunnen worden vastgekneld.

In de breed uitloopende, van binnen met vilt voorziene, tanden van deze vorken, past de Röntgenbuis a, die door stevige elastieken banden b en b' wordt vastgeklemd.

Langs de draden + en — gaat de stroom door de buis.

Het geheele toestel is zoo zwaar gebouwd, dat een zwiepen of hinderlijk trillen der verschillende deelen als alles aangeschroefd is, onmogelijk bleek.

Het bewijs hiervan kan gemakkelijk geleverd worden door het onderzoek van het genomen radiogram. Eene verschuiving van de buis ten opzichte der kruisdraden gedurende de belichting moest zich verraden door een breeder en vager worden der draadbeelden. Daar de draadbeelden steeds dezelfde dikte op de platen houden, kon dit worden uitgesloten. Eene verschuiving van den haaienkop ten opzichte van buis of draad-

kruis moest zich doen kennen door eene verplaatsing van de omtrekken van het schedelbeeld ten opzichte van het draadbeeld. Ook dat werd nooit gevonden.

Eindelijk kon het nog mogelijk zijn, dat de gevoelige plaat tijdens de opname in het chassis bewoog, hetgeen zich weer moest verraden door een vaag en breed worden der draadbeelden. Daar ook dit nooit plaats had, *concludeerde ik, dat buis, haaienkop, draadkruis en gevoelige plaat ten opzichte van elkander onbeweeglijk bleven en deze toestand bleef dezelfde, in welke positie het geheele toestel ook verkeerde.*

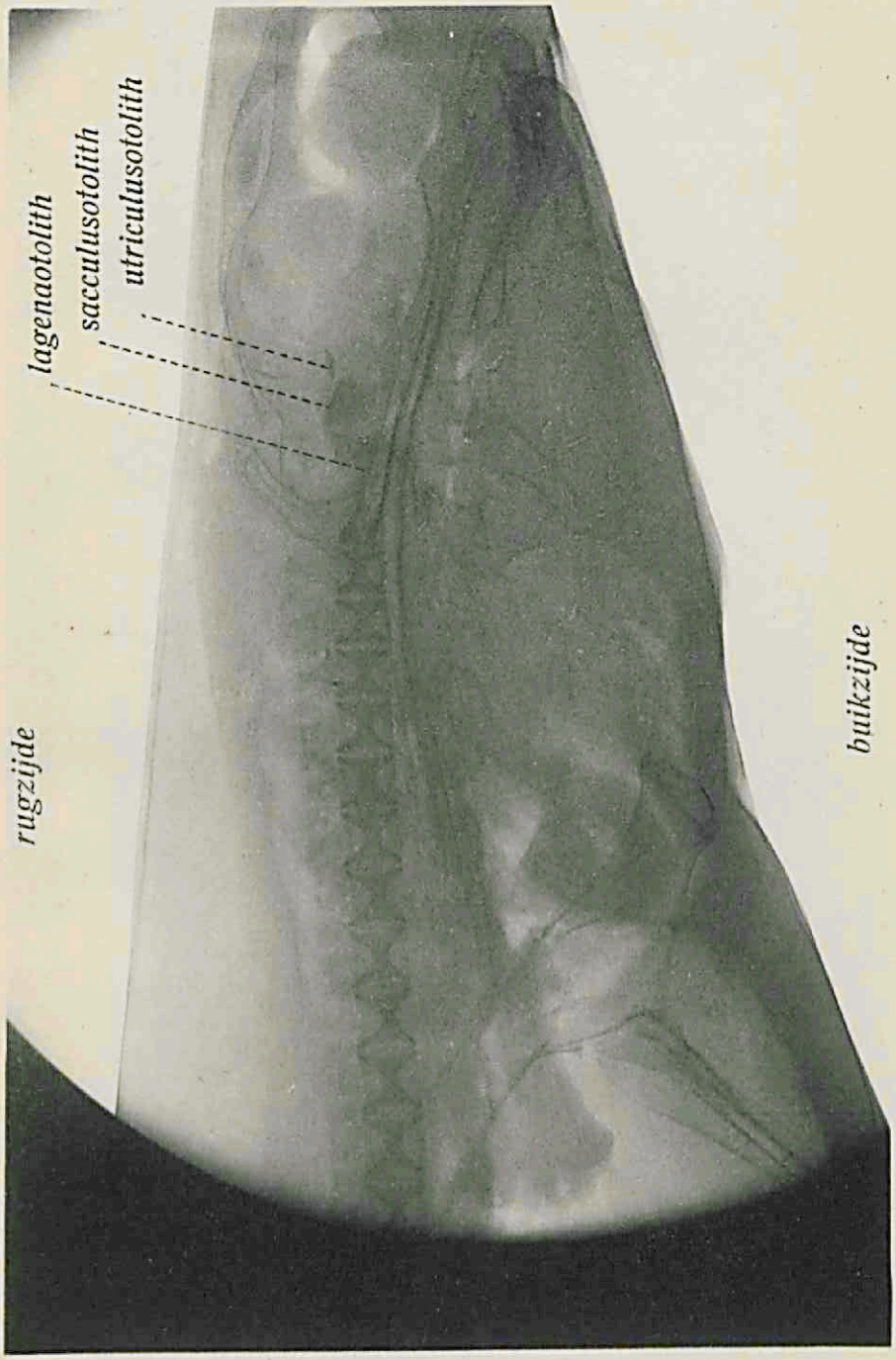
Het eenige, wat niet gefixeerd is, is dat deel van den kop, dat in den kraakbeenigen schedel zelf, beweeglijk is. Volgens Breuer moet dat met de otolithen het geval zijn.

De plaatsverandering van dergelijke beweeglijke deelen, kunnen in de fotografische plaat op verschillende wijze opgespoord en gemeten worden.

Alvorens over te gaan tot de bespreking van de wijze van meting, die ik toepaste, dient eene beschrijving van het radiogram van den haaienkop vooraf te gaan.

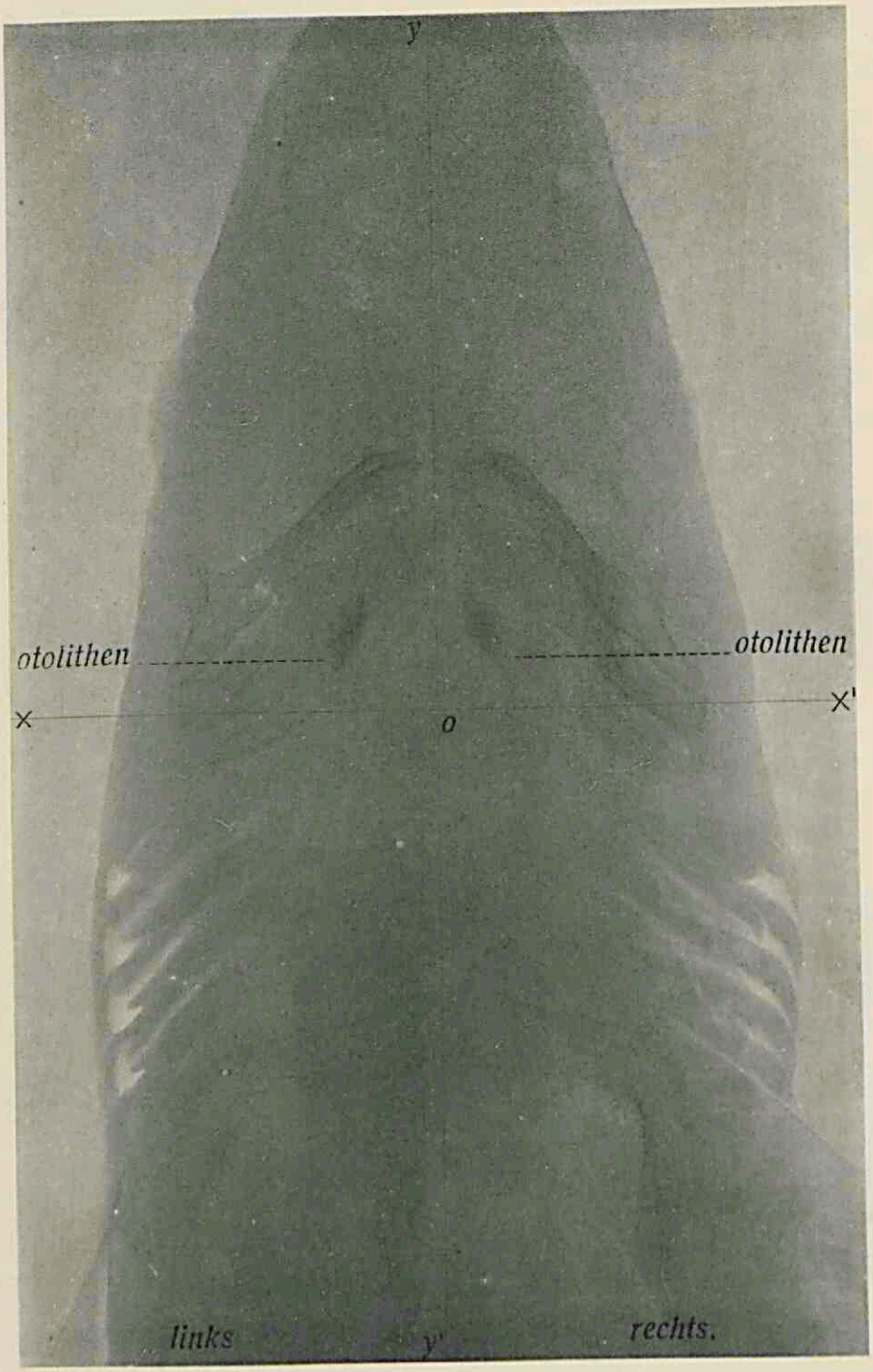
Het duidelijkste beeld van de onderlinge ligging der otolithen verschaft ons het radiogram, dat in Figuur III is afgebeeld. Dit beeld verkreeg ik op de volgende wijze. Ik heb een haaienkop in het sagittale vlak, dicht langs de wervelkolom doorgesneden, zoodat de labyrinthholte aan die zijde, waarin de wervelkolom achterbleef, intact was en de onderlinge verhouding der otolithen daarin niet veranderde.

Deze kophelft (in casu de rechter), werd boven de plaat gelegd met de sneevlakte op de plaat. Wij krijgen dan een beeld, dat zich zeer goed laat vergelijken met Figuur I (Hoofdstuk III).



Phototypie Versluys & Scherjon, Utrecht.

FIGUUR III.



Phototypie Versluys & Scherjon, Utrecht.

FIGUUR IV.

Wij zien hier zeer duidelijk in het verlengde van de wervelkolom, ongeveer 1 cM. craniaalwaarts van haar einde, onder de contouren der booggangen, de drie otolithenvlekken liggen. 't Meest naar voren ligt duidelijk omschreven de utriculusotolith. Daarop volgt de sacculusotolith, driehoekig van vorm, met vage achtergrens, waarop zich aan de onderzijde weer duidelijker de lagena afteekent.

Aan de hand van het beeld in Figuur III wordt ook dat in Figuur IV ons duidelijk.

Figuur IV werd verkregen door den haaienkop in zijn geheel met de buikzijde op de plaat te leggen en van bovenaf te doorlichten. Deze Figuur is een afdruk van een der platen, die na insmelten op bovengemelde wijze verkregen werden, een der platen dus, zooals ik ze voor mijne meting gebruikte. [1])

We zien hier vóór het craniale einde van den wervelkolom en teweerszijden van de mediaanlijn twee vlekken. Deze vlekken zijn bij iederen haaienkop ongelijk van grootte, maar ze vertoonen wel steeds beiden dezelfde eigenaardige uitspringende punten. Daar ze op die plaats van 't labyrinth liggen, waar de otolithen zich bevinden, kunnen ze niet anders zijn dan de afbeeldingen hiervan.

Het naar voren spits toeloopende gedeelte behoort aan den utriculusotolith, zooals somtijds op zeer duidelijke platen bij doorvallend licht te zien was, daar we dan tusschen utriculusotolith en sacculusotolith eene afscheiding zagen. Meestal echter vormen sacculus- en utriculusotolith te samen één vlek.

Duidelijk echter is steeds de scheiding te zien tusschen den sacculus-utriculus en de lagenenotolithen, welke laatste steeds

---

1) Het beeld — dat bij doorlichten van het negatief duidelijke contouren gaf — is in den afdruk minder scherp.

als een afzonderlijk klein vlekje onderaan de groote vlek der twee andere hangt.

De eerste vraag, waarop ik een antwoord wenschte te verkrijgen was deze: „verandert de lengte- en breedteafmeting van de totale otolithenvlek bij de verschillende standen van het hoofd of heeft, zonder dat, enkel eene plaatsverandering der vlekken in het coördenatenstelsel plaats.

Zooals wij gezien hebben, bestaat de otolithenschaduw uit drie deelen, overeenkomende met de drie otolithen.

Verschuift de eene otolith ten opzichte van de anderen, dan zal in het algemeen de vorm der vlek moeten veranderen; het beeld zal verlengd, verkort, verbreed of versmald, of, let men op alle afmetingen, verwrongen worden.

De eenvoudigste wijze om eene verandering te constateeren, kwam mij voor voor elke otolithenvlek in elken stand voor eenige punten de abscis en den ordinaat te meten, waaruit de lengte en breedte kon worden afgeleid.

Ik heb, bij deze eerste metingen der otolithen, nog niet de aandacht gewijd aan elken otolith afzonderlijk en aan diens mogelijke glijdrichting, om niet door de hypothese van BREUER te worden bevooroordeeld.

Het zou toch bij haaienotolithen kunnen voorkomen, dat de glijdrichtingen anders waren, dan die voor den snoek en het zoeken naar eene bepaalde glijdrichting zou het aan den dag komen van eene andere kunnen beletten.

De keuze van de punten in de contouren van de otolithenschaduw van waaruit de lengte en de breedte gemeten wordt is, tot op zekere grens, willekeurig. Heeft men echter eenmaal vaste punten in het coordinatenstelsel aangenomen, dan dienen deze voor alle standen te worden vastgehouden.

Ik koos nu die punten op de omtrekken der otolithenbeelden,

welke bij alle radiogrammen van denzelfden haaienkop scherp gemarkeerd waren en mat daarvan de abscis en den ordinaat.

Het verschil van de aldus gemeten abscissen en ordinaten geeft de lengte en de dikte van het otolithenbeeld, terwijl uit de lengte van abscis en ordinaat is na te gaan of eene verschuiving in toto had plaats gehad.

Alvorens de metingen in tabellen te laten volgen zal ik de verschillende standen weergeven, welke bij mijn proeven werden gebezigd en het meettoestel beschrijven.

Uitgaande van de theorie van BREUER en van de gegevens van KUBO, meenden we de grootste — en dus duidelijkst aantoonbare — verschuivingen te zullen verkrijgen, indien we den visch in standen plaatsten, die met de normale buikligging rechte vlakhoeken vormen.

De standen, die we daartoe kozen, waren de volgende:

Buikstand = stand B_1 = buik onder.
Dorsaalstand = stand D_2 = rug onder.
Rechter zijstand = stand R_3 = ligging op de rechter zijde.
Linker zijstand = stand L_4 = ligging op de linker zijde.
Kopstand = stand K_5 = kopeinde naar beneden, staarteinde naar boven.
Staartstand = stand S_6 = staarteinde naar beneden, kopeinde naar boven.
Universaalstand = stand U_7 : dit is niet één stand, maar eene opeenvolging van een reeks standen, waarbij de doorlichting voor alle standen te samen even lang duurde als bij ieder der andere standen afzonderlijk.

Ten einde te kunnen bereiken, dat deze standen werden ingenomen, zonder dat aan den onderlingen stand van buis, kop, draadkruis en beeld op de plaat veranderingen optraden, werd het boven beschreven toestel op eenen voet geplaatst, die in 't vertikale vlak om een as kon draaien.

Wij zien in Figuur II, hoe dit verkregen werd. Door de schroef *k* wordt het toestel op den mahoniehouten arm *l* geplaatst. Wij kunnen het toestel dus zoowel met de balk *f* evenwijdig aan arm *l*, als in eene richting loodrecht daarop in 't zelfde horizontale vlak, vastschroeven.

Is dit geheel aldus op een dezer wijzen vastgeschroefd, dan kunnen we om den schroef *m* den arm *y* in het vertikale vlak naar willekeur over elken hoek verdraaien. Om de excursie te meten is bij *m* een graadboog aangebracht. Het geheele toestel kan langs den balk *z*, die met de schroeven *n* en *o* aan eene tafel zit vastgeklemd, op en neer geschoven worden, zoodat we het toestel ook 180° naar beneden kunnen draaien.

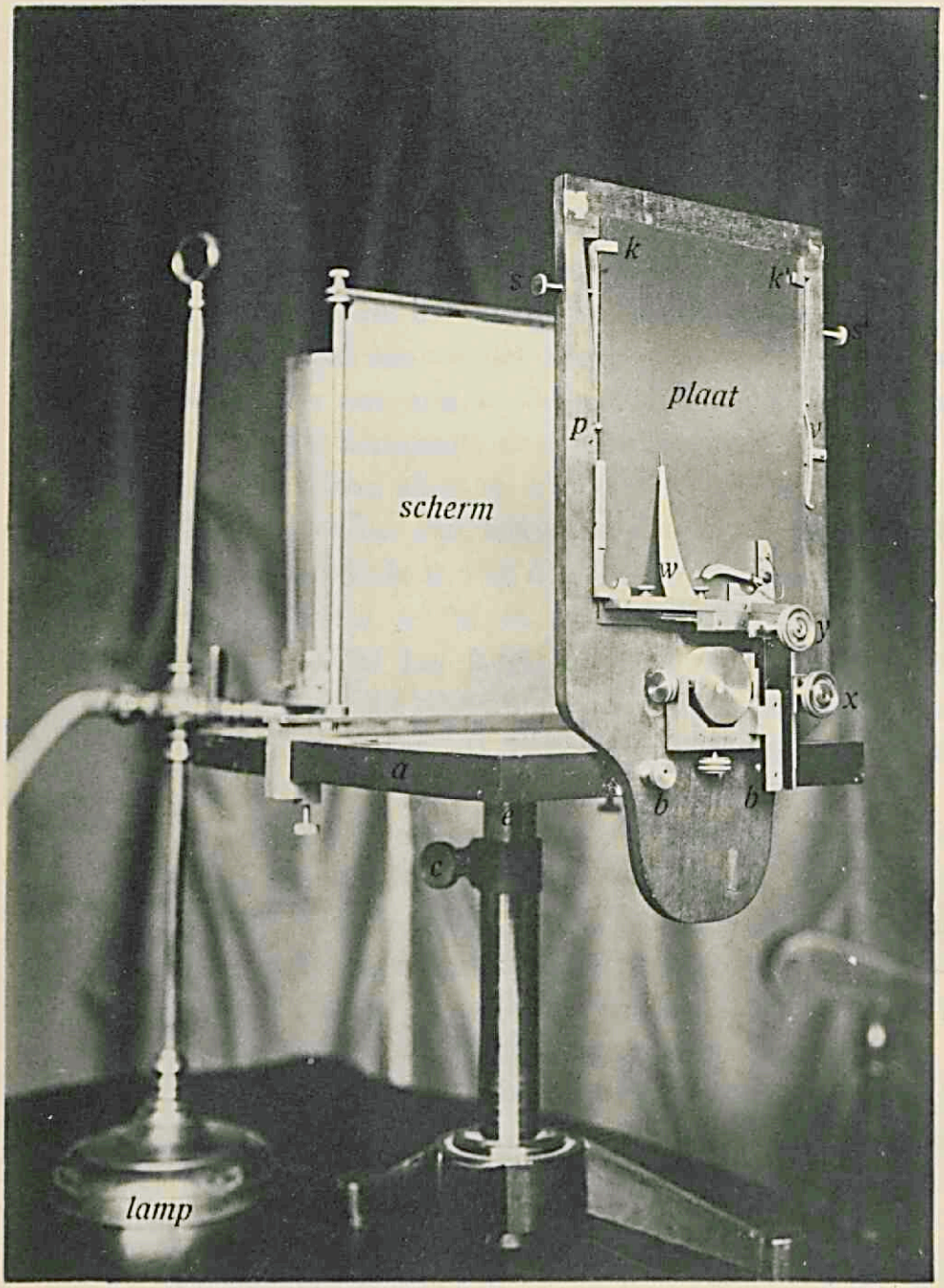
Denken wij ons nu, hoe achter den wand *g* de haaienkop is gefixeerd en hoe wij om de schroeven *k* en *m* in twee vlakken kunnen draaien, dan is het duidelijk, dat we den kop alle gewilde standen kunnen doen aannemen.

De draden + en — loopen over katrollen, zoodat ze willekeurig verkort en verlengd kunnen worden.

Alle haaienkoppen gaven niet steeds voldoend scherpe beelden. Voor de meting werden alleen die haaienkoppen gebezigd, welke een zeer scherpe instelling toestonden.

Gaan we thans over tot de beschrijving van het meettoestel, dat in Figuur V is afgebeeld.

Het bestaat allereerst in een mahoniehouten tafelblad *a*,



Phototypie Versluys & Scherjon, Utrecht.

FIGUUR V.

dat in vertikale richting op een zwaren ijzeren voet kan worden op- en neer bewogen en dat kan draaien om de stang *e*, wanneer de schroef *c* wordt losgedraaid.

Aan de voorzijde van dit blad is door stevige schroeven *b* en *b'* een eikenhouten raam bevestigd, waarop een micrometerschroef LEITZ—WETZLAR bevestigd is, zoodat we den wijzer *w* met de schroef *x* in vertikale, met de schroef *y* in horizontale richting kunnen verschuiven. Deze verschuivingen kunnen in beide richtingen op eenen nonius tot op $^1/_{10}$ mM. nauwkeurig worden afgelezen.

De plaat zelf wordt vast gefixeerd in het besproken raam, met de filmzijde onmiddelijk onder den wijzer. Zorgen de veer *v* en de stift *p*, benevens eene in de Figuur niet zichtbare stift onder den onderrand van de plaat, reeds terstond bij inschuiven op 't raam voor eenige fixatie, de schroeven *s* en *s'*, die op de stalen veeren *k* en *k'* werken, zorgen er voor, dat deze fixatie eene hechte wordt.

De veeren *k* en *k'* kunnen, door de ruimte, die tusschen haar en 't houten raam vrij is, de plaat over groote verplaatsingen fixeeren, zoodat de kruislijnen steeds zuiver horizontaal en vertikaal kunnen worden gesteld.

Achter de plaat is een lichtbron geplaatst, omdat het instellen van den wijzer bij doorlichten van de plaat het nauwkeurigste kon geschieden.

Ik gebruikte als lichtbron eene cylindervormige gasvlam, om zooveel mogelijk over diffuus licht te kunnen beschikken. Ook om deze laatste reden plaatste ik tusschen vlam en plaat een scherm van melkglas.

Door over 't geheel een kartonnen kast te brengen — die in de Figuur niet kon worden afgebeeld — verkreeg ik eene mooie diffuse verlichting, die slechts door het scherm op de plaat viel.

Ter voorkoming van parallax, werd steeds het wijzertje *w* rakelings over de filmzijde geschoven.

't Geheel werd dusdanig op een tafel geplaatst, dat ik er in ongedwongen houding voor plaats kon nemen.

Alle metingen werden driemaal verricht, waarvan 't gemiddelde als eindcijfer genomen werd. Daar in mijne tabellen elke meting is genoteerd, kan daaruit tevens gelezen worden, dat de gemiddelde fout in het overgroote aantal der gevallen, eene kleine is.

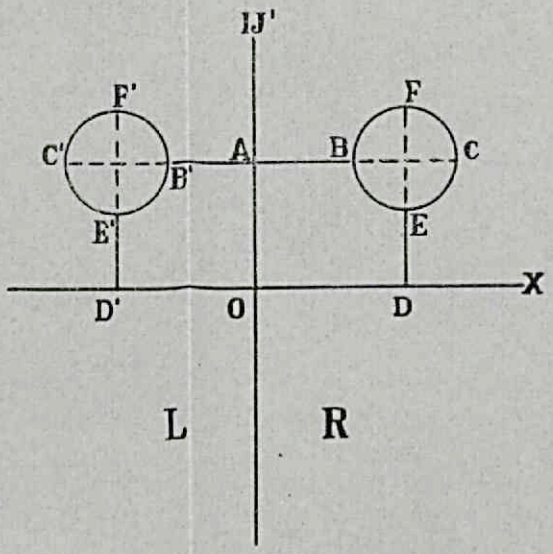
Bij beschouwing van de nu volgende tabellen kan nevenstaand uitslaanbaar schema ter verduidelijking dienen.

X en IJ zijn de lijnen van het draadkruis, terwijl de beide kringen schematisch de gezamentlijke otolithenvlek voorstellen.

Nadat nu, zooals gezegd, eerst de punten B, B′, E en E′ op de eerste plaat van elke reeks gekozen werden, werd in de volgende platen van die reeks steeds vanuit de constante punten A D en D′ gemeten.

De overige letters behoeven na een blik op nevengaand schema, geene nadere omschrijving.

Aan elke serie tabellen van iederen kop gaat eene korte opgave van de condities vooraf, waaronder de Röntgenfoto's genomen werden, terwijl een résumé van elke serie in een verzamelstaat volgt.



$AB' = X_1$	$AB = X_1$
$AC' = X_2$	$AC = X_2$
$B'C' = X_2 - X_1$	$BC = X_2 - X_1$
$CD' = X$	$OD = X$
$D'E' = Y_1$	$DE = Y_1$
$D'F' = Y_2$	$DF = Y_2$
$E'F' = Y_2 - Y_1$	$EF = Y_2 - Y_1$
$OA = Y$	$OA = Y$

HAAIENKOP I.

MUSTELUS ♂ (lang 90 cM.).

Ontvangen van 't Zoölogisch station der Nederlandsche Dierkundige Vereeniging.

Voor alle opnamen:
Middelweeke buis Polyphos I.
Plaat Lomberg.
Voltage 60.
Amperage 2½.
12 vonklengten (equivalente vonk).
Afstand antikathode-plaat 40 cM.
Tijd van belichting 75 seconden.

Haai: I. Plaat: B. 1.

Het punt O bevindt zich na fixatie van de plaat:
op de horizontale lijn op: 24.9
op de vertikale lijn op: 82.

I. *Breedte v/d linker* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: horizontale zelf.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$X_2 - X_1 = 5.9$
	C' bevindt zich op	5.4	5	5.1	5.2	$X_1 = 13.8$
	B' bevindt zich op	11	11.2	11.1	11.1	$X_2 = 19.7$
	Verschil = 5.9.					
II. *Breedte v/d rechter* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: horizontale zelf.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$X_2 - X_1 = 6$
	C bevindt zich op	43.2	43.3	43.5	43.3	$X_1 = 12.4$
	B bevindt zich op	37.1	37.4	37.3	37.6	$X_2 = 18.4$
	Verschil = 6.					
III. *Hoogte v/d linker* otolithen in eene vertikale van uit D', waarbij D' zich bevindt op: 12.9.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$Y_2 - Y_1 = 7.3$
	F' bevindt zich op	79.6	79.5	79.5	79.5	$Y_1 = 2.5$
	E' bevindt zich op	72.1	72.2	72.2	72.2	$Y_2 = 9.8$
	Verschil = 7.3.					
IV. *Hoogte v/d rechter* otolithen in eene vertikale van uit D, waarbij D zich bevindt op: 36.9.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$Y_2 - Y_1 = 9.3$
	F bevindt zich op	81.5	81.3	81.3	81.4	$Y_1 = 0.6$
	E bevindt zich op	72.1	71.9	72.2	72.1	$Y_2 = 9.9$
	Verschil = 9.3.					

Haai: I. Plaat: D. 2.

Het punt O bevindt zich na fixatie van de plaat:
op de horizontale lijn op: 20.3
op de vertikale lijn op: 84.

I. *Breedte v/d linker* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: horizontale zelf.	Metingen 1 2 3 Gemidd. C' bevindt zich op 2 2.3 2.7 2.3 B' bevindt zich op 8.6 8.5 8.7 8.6 Verschil = 6.3.	$X_2 - X_1 = 6.3$ $X_1 = 11.7$ $X_2 = 18$
II. *Breedte v/d rechter* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: horizontale zelf	Metingen 1 2 3 Gemidd. C bevindt zich op 39.2 39.2 39.3 39.2 B bevindt zich op 33.5 33.4 33.4 33.5 Verschil = 5.7.	$X_2 - X_1 = 5.7$ $X_1 = 13.2$ $X_2 = 18.9$
III. *Hoogte v/d linker* otolithen in eene vertikale van uit D', waarbij D' zich bevindt op: 8.3.	Metingen 1 2 3 Gemidd. F' bevindt zich op 82.8 83 3 83.3 83.1 E' bevindt zich op 73.6 74 73.7 73.8 Verschil = 9.3.	$Y_2 - Y_1 = 9.3$ $Y_1 = 0.9$ $Y_2 = 10.2$
IV. *Hoogte v/d rechter* otolithen in eene vertikale van uit D, waarbij D zich bevindt op: 32.3.	Metingen 1 2 3 Gemidd. F' bevindt zich op 82 81.9 82 82 E bevindt zich op 73.6 73.4 73.2 73.4 Verschil = 8.6.	$Y_2 - Y_1 = 8.6$ $Y_1 = 2$ $Y_2 = 10.6$

Haai: I. Plaat: R. 3.

Het punt O bevindt zich na fixatie van de plaat:
op de horizontale lijn op: 37.7
op de vertikale lijn op: 73.9

I. *Breedte v/d linker* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: horizontale zelf.	Metingen 1 2 3 Gemidd. C' bevindt zich op 19.6 19.5 19.4 19.5 B' bevindt zich op 25.2 25 25.1 25.1 Verschil = 5.7.	$X_2 - X_1 = 5.7$ $X_1 = 12.5$ $X_2 = 18.2$
II. *Breedte v/d rechter* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: horizontale zelf.	Metingen 1 2 3 Gemidd. C bevindt zich op 57.6 57.5 57.9 57.7 B bevindt zich op 50.8 51 2 5.4 51.1 Verschil = 6.6.	$X_2 - X_1 = 6.6$ $X_1 = 13.4$ $X_2 = 20$
III. *Hoogte v/d linker* otolithen in eene vertikale van uit D', waarbij D' zich bevindt op: 25.7.	Metingen 1 2 3 Gemidd. F' bevindt zich op 72.9 73 72.7 72.9 E' bevindt zich op 63.8 64.2 63.6 63.9 Verschil = 9.	$Y_2 - Y_1 = 9$ $Y_1 = 1$ $Y_2 = 10$
IV. *Hoogte v/d rechter* otolithen in eene vertikale van uit D, waarbij D zich bevindt op: 49.7.	Metingen 1 2 3 Gemidd. F bevindt zich op 72 72 72 72 E bevindt zich op 63.4 63.6 63.4 63.5 Verschil = 8.5.	$Y_2 - Y_1 = 8.5$ $Y_1 = 1.9$ $Y_2 = 10.4$

Haai: I. Plaat: L. 4.

Het punt O bevindt zich na fixatie van de plaat:
op de horizontale lijn op: 29.9
op de vertikale lijn op: 80.5

I. *Breedte v/d linker* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: horizontale zelf.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$X_2 - X_1 = 5.8$
	C' bevindt zich op	11.2	11.6	11.7	11.5	$X_1 = 12.6$
	B' bevindt zich op	17.4	17.2	17.3	17.3	$X_2 = 18.4$
	Verschil = 5.8.					
II. *Breedte v/d rechter* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: horizontale zelf.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$X_2 - X_1 = 5.7$
	C bevindt zich op	48.8	48.7	48.8	48.8	$X_1 = 13.2$
	B bevindt zich op	43.2	43	43.1	43.1	$X_2 = 18.9$
	Verschil = 5.7.					
III. *Hoogte v/d linker* otolithen in eene vertikale van uit D', waarbij D' zich bevindt op: 17.9.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$Y_2 - Y_1 = 9$
	F' bevindt zich op	79.7	79.6	79.5	79.6	$Y_1 = 0.9$
	E' bevindt zich op	70.6	70.6	70.6	70.6	$Y_2 = 9.9$
	Verschil = 9.					
IV. *Hoogte v/d rechter* otolithen in eene vertikale van uit D, waarbij D zich bevindt op: 41.9.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$Y_2 - Y_1 = 8.7$
	F bevindt zich op	78 6	78.7	78.9	78.7	$Y_1 = 1.8$
	E bevindt zich op	70.1	69.8	70	70	$Y_2 = 10.5$
	Verschil = 8.7.					

Haai: I. Plaat: K. 5.

Het punt O bevindt zich na fixatie van de plaat:
op de horizontale lijn op: 21.6
op de vertikale lijn op: 87.4

I. *Breedte v/d linker* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: horizontale zelf.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$X_2 - X_1 = 5.1$
	C' bevindt zich op	3.5	3.4	3.6	3.5	$X_1 = 13$
	B' bevindt zich op	8.7	8.4	8.8	8.6	$X_2 = 18.1$
	Verschil = 5.1.					
II. *Breedte v/d rechter* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: horizontale zelf.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$X_2 - X_1 = 5$
	C bevindt zich op	40.8	40.3	40.7	40.6	$X_1 = 14$
	B bevindt zich op	85.5	35 5	35.8	35.6	$X_2 = 19$
	Verschil = 5.					
III. *Hoogte v/d linker* otolithen in eene vertikale van uit D', waarbij D' zich bevindt op: 9.6.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$Y_2 - Y_1 = 9.3$
	F' bevindt zich op	77.4	77.4	77.4	77.4	$Y_1 = 1$
	E' bevindt zich op	68.1	68	68.1	68.1	$Y_2 = 10.3$
	Verschil = 9.3.					
IV. *Hoogte v/d rechter* otolithen in eene vertikale van uit D, waarbij D zich bevindt op: 33.6.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$Y_2 - Y_1 = 8.6$
	F bevindt zich op	75.8	75.7	75.9	75.8	$Y_1 = 11.2$
	E bevindt zich op	67.1	67.2	67.4	67.2	$Y_2 = 2.6$
	Verschil = 8.6.					

Haai: I. Plaat: S. 6.

Het punt O bevindt zich na fixatie van de plaat:
op de horizontale lijn op: 28.2
op de vertikale lijn op: 75.

I. *Breedte v/d linker* otolithen in eene horizontale van uit A, waarhij A zich bevindt op: horizontale zelf.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$X_2 - X_1 = 5.8$
	C' bevindt zich op	9.3	9.4	9.2	9.3	$X_1 = 13.1$
	B' bevindt zich op	15.1	15	15.2	15.1	$X_2 = 18,9$
	Verschil = 5.8.					
II. *Breedte v/d rechter* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: horizontale zelf.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$X_2 - X_1 = 6.1$
	C' bevindt zich op	46.9	47.5	47.1	47.2	$X_1 = 12.9$
	B' bevindt zich op	41	41.2	41.2	41.1	$X_2 = 19$
	Verschil = 6.1.					
III. *Hoogte v/d linker* otolithen in eene vertikale van uit D', waarbij D' zich bevindt op: 16.2.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$Y_2 - Y_1 = 8.3$
	F' bevindt zich op	73.5	73.6	73.5	73.5	$Y_1 = 1.5$
	E' bevindt zich op	65.4	65.2	65.1	65.2	$Y_2 = 9.8$
	Verschil = 8.3.					
IV. *Hoogte v/d rechter* otolithen in eene vertikale van uit D, waarbij D zich bevindt op: 40.2.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$Y_2 - Y_1 = 8.7$
	F bevindt zich op	73.7	73.9	74	73.9	$Y_1 = 1.1$
	E bevindt zich op	65.2	65.2	65.3	65.2	$Y_2 = 9.8$
	Verschil = 8.7.					

Haai: I. Plaat: U. 7.

Het punt O bevindt zich na fixatie van de plaat:
op de horizontale lijn op: 29.
op de vertikale lijn op: 84.5

I. *Breedte v/d linker* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: horizontale zelf.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$X_2 - X_1 = 5.6$
	C' bevindt zich op	10.4	10.9	10.5	10.6	$X_1 = 12.8$
	B' bevindt zich op	16.3	16.2	16	16.2	$X_2 = 18.4$
	Verschil = 5.6.					
II. *Breedte v/d rechter* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: horizontale zelf.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$X_2 - X_1 = 6.1$
	C bevindt zich op	48.3	48.4	48.6	48.4	$X_1 = 13.3$
	B bevindt zich op	42.3	42.3	42.4	42.3	$X_2 = 19.4$
	Verschil = 6.1.					
III. *Hoogte v/d linker* otolithen in eene vertikale van uit D', waarbij D' zich bevindt op: 17.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$Y_1 - Y_2 = 8.8$
	F' bevindt zich op	83.1	83.2	83	83.1	$Y_1 = 1.4$
	E' bevindt zich op	74.5	74.2	74.3	74.3	$Y_2 = 10.2$
	Verschil = 8.8.					
IV. *Hoogte v/d rechter* otolithen in eene vertikale van uit D, waarbij D zich bevindt op: 41.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$Y_2 - Y_1 = 8.9$
	F bevindt zich op	82.5	82.6	82.7	82.6	$Y_1 = 1.9$
	E bevindt zich op	73.6	73.6	73.9	73.7	$Y_2 = 10.8$
	Verschil = 8.9.					

Haai: I.

Standen:		B_1.	D_2.	R_3.	L_4.	K_5.	S_6.	U_7.	Gemiddelde stand.	Grootste gemiddelde afwijking.	Grootste afwijking.	Volgorde.
Y = 0	X_1	12.4	13.2	13.4	13.2	14.0	12.9	13.3	13.2	0.8 K +	1.6 K — B	letters KRU(DL)SB. getal 537(24)61.
Rechter otolithen	X_2	18.4	18.9	20	18.9	19.0	19.0	19.4	19.1	0.9 R +	1.6 R — B	letters RU(KS)(DL)B. getal 37(56)(24)1.
breedte	$X_2 - X_1$	6	5.7	6.6	5.7	5	6.1	6.1	5.9	0.9 K —	1.6 R — K	letters R(SU)B(DL)K. getal 3(67)1(24)5.
	X_1	13.8	11.7	12.5	12.6	13.0	13.1	12.8	12.8	1.1 D —	2.1 B — D	letters BSKULRD. getal 1657432.
Linker otolithen	X_2	19.7	18.0	18.2	18.4	18.1	18.9	18.4	18.5	1.2 B +	1.7 B — D	letters BS(LU)RKD. getal 16(47)352.
breedte	$X_2 - X_1$	5.9	6.3	5.7	5.8	5.1	5.8	5.6	5.7	0 6 D + K —	1.2 D — K	letters DB(LS)RUK. getal 21(46)375.
X = 12	Y_1	0.6	2	1.9	1.8	2.6	1.1	1.9	1.6	1.— B — K +	2.— K — B	letters KD(RU)LSB. getal 52(37)461.
Rechter otolithen	Y_2	9.9	10.6	10.4	10.5	11.2	9.8	10.8	10.5	0.7 K +	1.4 K — S	letters KUDLRBS. getal 5724316.
lengte	$Y_2 - Y_1$	9.3	8.6	8.5	8.7	8.6	8.7	8.9	8.8	0.5 B +	0.8 B — R	letters BU(LS)(DK)R. getal 17(46)(25)3.
	Y_1	2.5	0.9	1	0.9	1.0	1.5	1.4	1.3	1.2 B +	1.6 B — D	letters BSUKR(DL). getal 16753(24).
Linker otolithen	Y_2	9.8	10.2	10	9.9	10.3	9.8	10.2	10	0.3 K +	0.5 K — (BS)	letters K(DU)RL(BS). getal 5(27)34(16).
lengte	$Y_2 - Y_1$	7.3	9.3	9	9	9 3	8.3	8.8	8.7	1.2 B —	2 K — B	letters (DK)(RL)USB. getal (25)(34)761.

HAAIENKOP II.

ACANTHIAS VULGARIS ♀.

Ontvangen van 't Zoölogisch station der Nederlandsche Dierkundige Vereeniging.

Voor alle opnamen;
Middelweeke buis Polyphos I.
Plaat Lomberg.
Voltage 60.
Amperage 4.
14 vonklengten.
Tijd van belichting 100 seconden.
Afstand buis-plaat 40 cM.

Haai: II. Plaat: B. 1.

Het punt O bevindt zich na fixatie van de plaat:
op de horizontale lijn op: 39.2
op de vertikale lijn op: 83.1

I. *Breedte v/d linker* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 68.1.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$X_2 - X_1 = 4.7$
	C' bevindt zich op	28.2	28.1	27.9	28.1	$X_1 = 6.4$
	B' bevindt zich op	32.9	32.8	32.7	32.8	$X_2 = 11.1$
	Verschil = 4.7.					
II. *Breedte v/d rechter* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 68.1.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$X_2 - X_1 = 4$
	C bevindt zich op	52.1	51.9	52.2	52.1	$X_1 = 8.9$
	B bevindt zich op	48.2	48.1	48.1	48.1	$X_2 = 12.9$
	Verschil = 4.					
III. *Hoogte v/d linker* otolithen in eene vertikale van uit D', waarbij D' zich bevindt op; 32.2.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$Y_2 - Y_1 = 6$
	F' bevindt zich op	68.5	68.2	68.3	68.3	$Y_1 = 14.8$
	E' bevindt zich op	62.4	62.2	62.4	62.3	$Y_2 = 20.8$
	Verschil = 6.					
IV. *Hoogte v/d rechter* otolithen in eene vertikale van uit D, waarbij D zich bevindt op: 48.2.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$Y_2 - Y_1 = 4.8$
	F bevindt zich op	67	66.9	67	67	$Y_1 = 16.1$
	E bevindt zich op	62.2	62.2	62.2	62.2	$Y_2 = 20.9$
	Verschil = 4.8.					

Haai: II. Plaat: D. 2.

Het punt O bevindt zich na fixatie van de plaat:
op de horizontale lijn op: 34.2
op de vertikale lijn op: 81.7

I. *Breedte v/d linker* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 66.7.	Metingen 1 2 3 Gemidd. C' bevindt zich op 23.2 22.9 22.9 23 B' bevindt zich op 27.3 27.2 27.3 27.3 Verschil = 4.3.	$X_2 - X_1 = 4.3$ $X_1 = 6.9$ $X_2 = 11.2$
II. *Breedte v/d rechter* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 66.7.	Metingen 1 2 3 Gemidd. C bevindt zich op 47 4 47.3 47.3 47 3 B bevindt zich op 43.5 43.4 43.4 43.4 Verschil = 3.9.	$X_2 - X_1 = 3.9$ $X_1 = 9.2$ $X_2 = 13.1$
III. *Hoogte v/d linker* otolithen in eene vertikale van uit D', waarbij D' zich bevindt op: 27.2.	Metingen 1 2 3 Gemidd. F' bevindt zich op 67.9 67.8 67.8 67.8 E' bevindt zich op 61.2 61.3 61.1 61.2 Verschil = 6.6.	$Y_2 - Y_1 = 6.6$ $Y_1 = 13.9$ $Y_2 = 20.5$
IV. *Hoogte v/d rechter* otolithen in eene vertikale van uit D, waarbij D zich bevindt op: 43.2.	Metingen 1 2 3 Gemidd. F bevindt zich op 65.7 65.5 65 5 65.6 E bevindt zich op 60.9 60.8 61 60.9 Verschil = 4.7.	$Y_2 - Y_1 = 4.7$ $Y_1 = 16.1$ $Y_2 = 20.8$

Haai: II. Plaat: R. 3.

Het punt O bevindt zich na fixatie van de plaat:
op de horizontale lijn op: 25.
op de vertikale lijn op: 89.1

I. *Breedte v/d linker* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 74.1.	Metingen 1 2 3 Gemidd. C' bevindt zich op 13.5 13.4 13.2 13.4 B' bevindt zich op 17.8 17.9 18 17.3 Verschil = 4.5.	$X_2 - X_1 = 4.5$ $X_1 = 7.1$ $X_2 = 11.6$
II. *Breedte v/d rechter* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 74.1.	Metingen 1 2 3 Gemidd. C bevindt zich op 37.6 37.9 37.8 37.8 B bevindt zich op 34.3 34.3 34.3 34.3 Verschil 3.5.	$X_2 - X_1 = 3.5$ $X_1 = 9\,3$ $X_2 = 12.8$
III. *Hoogte v/d linker* otolithen in eene vertikale van uit D', waarbij D' zich bevindt op: 18.	Metingen 1 2 3 Gemidd. F' bevindt zich op 74.1 74.2 74.3 74.2 E' bevindt zich op 68.1 68.2 68.2 68.2 Verschil = 6.	$Y_2 - Y_1 = 6$ $Y_1 = 14.9$ $Y_2 = 20.9$
IV. *Hoogte v/d rechter* otolithen in eene vertikale van uit D, waarbij D zich bevindt op: 34.	Metingen 1 2 3 Gemidd. F bevindt zich op 73.5 73.4 73.2 73.4 E bevindt zich op 68.2 68.4 68.3 68.3 Verschil = 5.1.	$Y_2 - Y_1 = 5.1$ $Y_1 = 15.7$ $Y_2 = 20.8$

Haai: II. Plaat: L. 4.

Het punt O bevindt zich na fixatie van de plaat:
op de horizontale lijn op: 25.6
op de vertikale lijn op: 87.3

I. *Breedte v/d linker* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 72.3.	Metingen 1 2 3 Gemidd. C' bevindt zich op 14.3 14.3 14.3 14.3 B' bevindt zich op 18.8 18.8 18.7 18.8 Verschil = 4.5	$X_2 - X_1 = 4.5$ $X_1 = 6.8$ $X_2 = 11.3$
II. *Breedte v/d rechter* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 72.3.	Metingen 1 2 3 Gemidd. C bevindt zich op 38.6 38.8 38.7 38.7 B bevindt zich op 35.2 35.1 35.2 35.2 Verschil = 3.5.	$X_2 - X_1 = 3.5$ $X_1 = 13.1$ $X_2 = 9.6$
III. *Hoogte v/d linker* otolithen in eene vertikale van uit D', waarbij D' zich bevindt op: 18.6.	Metingen 1 2 3 Gemidd F' bevindt zich op 72.5 72.4 72.4 72.4 E' bevindt zich op 66.5 66.4 66.4 66.4 Verschil = 6.	$Y_2 - Y_1 = 6$ $Y_1 = 14.9$ $Y_2 = 20.9$
IV. *Hoogte v/d rechter* otolithen in eene vertikale van uit D, waarbij D zich bevindt op: 34.6.	Metingen 1 2 3 Gemidd. F bevindt zich op 70.9 71. 70.9 70.9 E bevindt zich op 66.2 66. 66.2 66.1 Verschil = 4.8.	$Y_2 - Y_1 = 4.8$ $Y_1 = 16.4$ $Y_2 = 21.2$

Haai: II. Plaat: K. 5.

Het punt O bevindt zich na fixatie van de plaat:
op de horizontale lijn op: 40.8
op de vertikale lijn op: 85.

I. *Breedte v/d linker* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 70.	Metingen 1 2 3 Gemidd. C' bevindt zich op 28.6 28.6 28.5 28.6 B' bevindt zich op 33.4 33.7 33.7 33.6 Verschil = 5.	$X_2 - X_1 = 5$ $X_1 = 7.2$ $X_2 = 12.2$
II. *Breedte v/d rechter* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 70.	Metingen 1 2 3 Gemidd. C bevindt zich op 53.6 53.6 53.7 53.6 B bevindt zich op 50.4 50.5 50.1 50 3 Verschil = 3.3.	$X_2 - X_1 = 3.3$ $X_1 = 9.5$ $X_2 = 12.8$
III. *Hoogte v/d linker* otolithen in eene vertikale van uit D' waarbij D' zich bevindt op: 33.8.	Metingen 1 2 3 Gemidd. F' bevindt zich op 69.4 69.9 69.7 69.7 E' bevindt zich op 63.8 63.9 65 63.9 Verschil = 5.8.	$Y_2 - Y_1 = 5.8$ $Y_1 = 15.3$ $Y_1 = 21.1$
VI. *Hoogte v/d rechter* otolithen in eene vertikale van uit D, waarbij D zich bevindt op; 49.8.	Metingen 1 2 3 Gemidd. F bevindt zich op 68.2 68.8 68.2 68.4 E bevindt zich op 63 8 63.5 63 3 63.5 Verschil = 4.9.	$Y_1 - Y_2 = 4.9$ $Y_2 = 16.6$ $Y_1 = 21 5$

Haai: II. Plaat: S. 6.

Het punt O bevindt zich na fixatie van de plaat:
op de horizontale lijn op: 42.6
op de vertikale lijn op: 88.

I. *Breedte v/d linker* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 73.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$X_2 - X_1 = 4.9$
	C′ bevindt zich op	30.7	30.7	30.9	30.8	$X_1 = 6.9$
	B′ bevindt zich op	35.7	35.7	35.6	35.7	$X_2 = 11.8$
	Verschil = 4.9.					
II. *Breedte v/d rechter* otolithen in eene horizontale van uit A waarbij A zich bevindt op: 73.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$X_2 - X_1 = 3.5$
	C bevindt zich op	55.5	55.6	55.8	55.6	$X_1 = 9.5$
	B bevindt zich op	52.3	52.1	51.9	52.1	$X_2 = 13$
	Verschil = 3.5.					
III. *Hoogte v/d linker* otolithen in eene vertikale van uit D′, waarbij D′ zich bevindt op: 35.6.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$Y_2 - Y_1 = 5.7$
	F′ bevindt zich op	72.8	72.9	73	72.9	$Y_1 = 15.1$
	E′ bevindt zich op	67.2	67.4	67	67.2	$Y_2 = 20.8$
	Verschil = 5.7.					
IV. *Hoogte v/d rechter* otolithen in eene vertikale van uit D, waarbij D zich bevindt op: 51.6.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$Y_2 - Y_1 = 5.3$
	F bevindt zich op	71.7	71.7	71.6	71.7	$Y_1 = 16.3$
	E bevindt zich op	66.5	66.6	66.2	66.4	$Y_2 = 21.6$
	Verschil = 5.3.					

Haai: II. Plaat: U. 7.

Het punt O bevindt zich na fixatie van de plaat:
op de horizontale lijn op: 25.7
op de vertikale lijn op: 88.

I. *Breedte v/d linker* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 73.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$X_2 - X_1 = 4.5$
	C′ bevindt zich op	13.8	13.8	13.4	13.7	$X_1 = 7.5$
	B′ bevindt zich op	18.2	18.3	18.2	18.2	$X_2 = 12$
	Verschil = 4.5.					
II. *Breedte v/d rechter* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op; 73.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$X_2 - X_1 = 3.8$
	C bevindt zich op	38.8	38.4	38.4	38.5	$X_1 = 9$
	B bevindt zich op	34.8	34.7	34.7	34.7	$X_2 = 12.8$
	Verschil = 3.8.					
III. *Hoogte v/d linker* otolithen in eene vertikale van uit D′, waarbij D′ zich bevindt op: 18.7.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$Y_2 - Y_1 = 5.4$
	F′ bevindt zich op	72.4	73	72.4	72.6	$Y_1 = 15.4$
	E′ bevindt zich op	67.3	66.9	67	67.1	$Y_2 = 20.9$
	Verschil = 5.5.					
IV. *Hoogte v/d rechter* otolithen in eene vertikale van uit D, waarbij D zich bevindt op: 34.6.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$Y_2 - Y_1 = 6$
	F bevindt zich op	72.8	72.8	72.6	72.7	$Y_1 = 15.3$
	E bevindt zich op	66.7	67	66.6	66.7	$Y_2 = 21.3$
	Verschil = 6.					

Haai: II.

Standen:		B_1.	D_2.	R_3.	L_4.	K_5.	S_6.	U_7.		Gemiddelde stand.	Grootste gemiddelde afwijking.	Grootste afwijking.	Volgorde:
Y = 15	X_1	8.9	9.2	9.3	9.6	9.5	9.5	9.0		9.3	0.4 B —	0.7 L — B	letters L(KS)RDUB. getal 4(56)3271.
Rechter otolithen	X_2	12.9	13.1	12.8	13.1	12.8	13.0	12.8		12.9	0.2 L + D +	0,3 DL — RKU	letters (DL)SB(RKU). getal (24)61(357).
breedte	$X_2 - X_1$	4	3.9	3.5	3.5	3.3	3.5	3.8		3.6	0.4 B +	0.7 B — K	letters BDU(RLS)K. getal 127(346)5.
	X_1	6.4	6.9	7.1	6.8	7.2	6.9	7.5		7.0	0.6 B —	1.1 U — B	letters UKR(DS)LB. getal 753(26)41.
Linker otolithen	X_2	11.1	11.2	11.6	11.3	12.2	11.8	12.0		11.6	0.5 B —	1.1 K — B	letters KUSRLDB. getal 5763421.
breedte	$X_2 - X_1$	4.7	4.3	4.5	4.5	5.0	4.9	4.5		4.6	0.4 K +	0.7 K — D	letters KSB(RLU)D. getal 561(347)2.
X = 9	Y_1	16.1	16.1	15.7	16.4	16.6	16.3	15.3		16.1	0.5 K +	1.3 K — U	letters LKS(BD)RU. getal 456(12)37.
Rechter otolithen	Y_2	20.9	20.8	20.8	21.2	21.5	21.6	21.3		21.3	0.5 R — D —	0.8 S — (DR)	letters SKULB(DR). getal 65741(23).
lengte	$Y_2 - Y_1$	4.8	4.7	5.1	4.8	4.9	5.3	6.0		5.1	0.9 U +	1.3 U — D	letters USRK(BL)D. getal 7635(14)2.
X = 7	Y_1	14.8	13.9	14.9	14.9	15.3	15.1	15.4		14.9	1 D —	1.5 U — D	letters UKS(RL)BD. getal 756(34)12.
Linker otolithen	Y_2	20.8	20.5	20.9	20.9	21.1	20.8	20.9		20.8	0.3 D — K +	0.6 K — D	letters KULR(BS)D. getal 5743(16)2.
lengte	$Y_2 - Y_1$	6	6.6	6.0	6.0	5.8	5.7	5.5		5.9	0.7 D +	1.1 D — U	letters D(BRL)KSU. getal 2(134)567.

HAAIENKOP III.

ACANTHIAS VULGARIS ♀.

Ontvangen van 't Zoölogisch station der Nederlandsche Dierkundige Vereeniging.

Voor alle opnamen:

Middelweeke buis Polyphos IV.
Ventielbuis.
Plaat Lomberg.
Afstand buis-plaat 40 cM.
Voltage 60.
Amperage 4.
Vonkafstand 10.

Belichtingstijd bij de eerste zes 90 seconden, daarna wegens zwakker worden van de buis bij D 7 100 seconden en ter contrôle nog eenmaal stand B genomen, nu als B 8, gedurende 120 seconden belicht.

Haai: III. Plaat: B. 1.

Het punt O bevindt zich na fixatie van de plaat:
op de horizontale lijn op: 36.9
op de vertikale lijn op: 96.9

I. *Breedte v/d linker* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 63.5.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$X_2 - X_1 = 4.5$
	C' bevindt zich op	29.1	29.4	29.5	29.3	$X_1 = 3.1$
	B' bevindt zich op	33.9	33.7	33.8	33.8	$X_2 = 7.6$
	Verschil = 4.5.					
II. *Breedte v/d rechter* otolithen in eene horizontale van uit A waarbij A zich bevindt op: 63.5.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$X_2 - X_1 = 4.4$
	C bevindt zich op	50.1	50	50.1	50.1	$X_1 = 8,8$
	B bevindt zich op	45.6	45.8	45.8	45.7	$X_2 = 13.2$
	Verschil = 4.4.					
III. *Hoogte v/d linker* otolithen in eene vertikale van uit D', waarbij D' zich bevindt op: 30.9.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$Y_2 - Y_1 = 6.5$
	F' bevindt zich op	61.1	61.2	61.4	61.2	$Y_1 = 29.2$
	E' bevindt zich op	67.7	67.7	67.7	67.7	$Y_2 = 35.7$
	Verschil = 6.5.					
IV. *Hoogte v/d rechter* otolithen in eene vertikale van uit D, waarbij D zich bevindt op: 48.1.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$Y_2 - Y_1 = 7$
	F bevindt zich op	60.3	60.1	60.1	60.2	$Y^1 = 29.7$
	E bevindt zich op	67.3	67.3	67.1	67.2	$Y_2 = 36.7$
	Verschil = 7.					

Haai: III. Plaat: D. 2.

Het punt O bevindt zich na fixatie van de plaat:
op de horizontale lijn op: 23.2
op de vertikale lijn op: 99.4

I. *Breedte v/d linker* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 66.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$X_2 - X_1 = 4.5$
	C' bevindt zich op	15.4	15.3	15.4	15.4	$X_1 = 3.3$
	B' bevindt zich op	19 9	19.8	20	19.9	$X_2 = 7.8$
	Verschil = 4.5.					
II. *Breedte v/d rechter* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 66.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$X_2 - X_1 = 4.4$
	C bevindt zich op	36.8	36.4	36.6	36.6	$X_1 = 9$
	B bevindt zich op	32.4	32.2	32	32.2	$X_2 = 13.4$
	Verschil = 4.4.					
III. *Hoogte v/d linker* otolithen in eene vertikale van uit D', waarbij D' zich bevindt op: 17.2.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$Y_2 - Y_1 = 6.3$
	F' bevindt zich op	64.1	64.4	64.3	64.3	$Y_1 = 28.8$
	E' bevindt zich op	70.9	70.5	70.5	70.6	$Y_2 = 35.1$
	Verschil = 6.3.					
IV. *Hoogte v/d rechter* otolithen in eene vertikale van uit D, waarbij D zich bevindt op: 34.4.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$Y_2 - Y_1 = 6,7$
	F bevindt zich op	63.5	63	63.4	63.3	$Y_1 = 29.4$
	E bevindt zich op	69.9	70	70	70	$Y_2 = 36.1$
	Verschil = 6.7.					

Haai: III. Plaat: R. 3.

Het punt O bevindt zich na fixatie van de plaat:
op de horizontale lijn op: 34.3
op de vertikale lijn op: 97.5

I. *Breedte v/d linker* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 64.1.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$X_2 - X_1 = 4.5$
	C' bevindt zich op	25.9	25.9	25.7	25.8	$X_1 = 4$
	B' bevindt zich op	30.4	30.2	30.2	30.3	$X_2 = 8.5$
	Verschil = 4.5					
II. *Breedte v/d rechter* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 64.1.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$X_2 - X_1 = 4.4$
	C bevindt zich op	47.3	47.3	47.2	47.3	$X_1 = 8.6$
	B bevindt zich op	42.9	42.8	42.9	42.9	$X_2 = 13$
	Verschil = 4.4.					
III. *Hoogte v/d linker* otolithen in eene vertikale van uit D', waarbij D' zich bevindt op: 28.3.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$Y_2 - Y_1 = 6.4$
	F' bevindt zich op	61.6	61.6	61.5	61.6	$Y_1 = 29.5$
	E' bevindt zich op	68.2	68	67.9	68	$Y_2 = 35.9$
	Verschil = 6.4.					
IV. *Hoogte v/d rechter* otolithen in eene vertikale van uit D, waarbij D zich bevindt op: 45.5.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$Y_2 - Y_1 = 7$
	F bevindt zich op	61	61.1	61.2	61.1	$Y_1 = 29.4$
	E bevindt zich op	68.2	68	68.2	68.1	$Y_2 = 36.4$
	Verschil = 7					

Haai: III. Plaat: L. 4.

Het punt O bevindt zich na fixatie van de plaat:
op de horizontale lijn op: 21.2
op de vertikale lijn op: 98.8

I. *Breedte v/d linker* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op 65.4.	Metingen 1 2 3 Gemidd. C' bevindt zich op 13.2 13.7 13.1 13.3 B' bevindt zich op 17.7 18.2 17.4 17.8 Verschil = 4.5.	$X_1 - X_2 = 4.5$ $X_1 = 3.4$ $X_2 = 7.9$
II. *Breedte v/d rechter* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 65.4.	Metingen 1 2 3 Gemidd. C bevindt zich op 34.8 34.4 34.6 34.6 B bevindt zich op 30.2 30.4 30 30.2 Verschil = 4.4.	$X_2 - X_1 = 4.4$ $X_1 = 9$ $X_1 = 13.4$
III. *Hoogte v/d linker* otolithen in eene vertikale van uit D' waarbij D' zich bevindt op: 15.2.	Metingen 1 2 3 Gemidd. F' bevindt zich op 63.1 62.8 62.6 62.5 E' bevindt zich op 69.1 68.8 69.2 69 Verschil = 6.5.	$Y_2 - Y_1 = 6.5$ $Y_1 = 29.8$ $Y_2 = 36.3$
IV. *Hoogte v/d rechter* otolithen in eene vertikale van uit D, waarbij D zich bevindt op 32.4.	Metingen 1 2 3 Gemidd. F bevindt zich op 62.2 62.4 62.5 62.4 E bevindt zich op 69.3 69.5 69.6 69.5 Verschil = 7.1.	$Y_2 - Y_1 = 7.1$ $Y_1 = 29.3$ $Y_2 = 36.4$

Haai: III. Plaat: K. 5.

Het punt O bevindt zich na fixatie van de plaat:
op de horizontale lijn op: 38.1
op de vertikale lijn op: 98.7

I. *Breedte v/d linker* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 65.3.	Metingen 1 2 3 Gemidd. C' bevindt zich op 30.3 30.5 30.1 30.3 B' bevindt zich op 34.8 34.9 35 34.9 Verschil = 4.6.	$X_2 - X_1 = 4.6$ $X_1 = 3.2$ $X_2 = 7.8$
II. *Breedte v/d rechter* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 65.3.	Metingen 1 2 3 Gemidd. C bevindt zich op 50.8 50.8 50.9 50.8 B bevindt zich op 46.1 46.8 46.4 46.4 Verschil = 4.4.	$X_2 - X_1 = 4.4$ $X_1 = 8.3$ $X_2 = 12.7$
III. *Hoogte v/d linker* otolithen in eene vertikale van uit D', waarbij D' zich bevindt op: 32.1.	Metingen 1 2 3 Gemidd. F' bevindt zich op 62.3 62.3 62.4 62.3 E' bevindt zich op 69.1 68.8 68.5 68.8 Verschil = 6.5.	$Y_2 - Y_1 = 6.5$ $Y_1 = 29.9$ $Y_2 = 36.4$
IV. *Hoogte v/d rechter* otolithen in eene vertikale van uit D, waarbij D zich bevindt op: 49.3.	Metingen 1 2 3 Gemidd. F bevindt zich op 62.5 62.4 62.4 62.4 E bevindt zich op 69.2 69.3 69.4 69.3 Verschil = 6.9.	$Y_2 - Y_1 = 6.9$ $Y_1 = 29.4$ $Y_2 = 36.3$

Haai: III. Plaat: S. 6.

Het punt O bevindt zich na fixatie van de plaat:
op de horizontale lijn op: 38.3
op de vertikale lijn op: 99.4

I. *Breedte v/d linker* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 66.	Metingen 1 2 3 Gemidd. C' bevindt zich op 30.8 31.2 30.8 31 B' bevindt zich op 35.5 35.5 35.5 35.5 Verschil = 4.5.	$X_2 - X_1 = 4.5$ $X_1 = 2.8$ $X_2 = 7.3$
II. *Breedte v/d rechter* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 66.	Metingen 1 2 3 Gemidd. C bevindt zich op 51.5 51.4 51.5 51.5 B bevindt zich op 47.3 47.2 47.3 47.3 Verschil = 4.2.	$X_2 - X_1 = 4.2$ $X_1 = 9$ $X_2 = 13.2$
III. *Hoogte v/d linker* otolithen in eene vertikale van uit D', waarbij D' zich bevindt op: 32.3.	Metingen 1 2 3 Gemidd. F' bevindt zich op 63.7 63.8 63.9 63.8 E' bevindt zich op 69.9 70 69.9 69.9 Verschil = 6.1.	$Y_2 - Y_1 = 6.1$ $Y_1 = 29.5$ $Y_2 = 35.6$
IV. *Hoogte v/d rechter* otolithen in eene vertikale van uit D, waarbij D zich bevindt op: 49.5.	Metingen 1 2 3 Gemidd. F bevindt zich op 62.5 62.8 62.5 62.6 E bevindt zich op 69.6 69.4 69.7 69.6 Verschil = 7.	$Y_2 - Y_1 = 7$ $Y_1 = 29.8$ $Y_2 = 36.8$

Haai: III. Plaat: U. 7.

Het punt O bevindt zich na fixatie van de plaat:
op de horizontale lijn op: 36.
op de vertikale lijn op: 99.4

I. *Breedte v/d linker* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 66.	Metingen 1 2 3 Gemidd. C' bevindt zich op 28.2 28.3 28.3 28.3 B' bevindt zich op 32.8 32.9 32.9 32.9 Verschil = 4.6.	$X_2 - X_1 = 4.6$ $X_1 = 3.1$ $X_2 = 7.7$
II. *Breedte v/d rechter* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 66.	Metingen 1 2 3 Gemidd. C bevindt zich op 49.4 49.3 49.3 49.3 B bevindt zich op 44.6 44.7 44.5 44 6 Verschil 4.7.	$X_2 - X_1 = 4.7$ $X_1 = 8.6$ $X_2 = 13.3$
III. *Hoogte v/d linker* otolithen in eene vertikale van uit D', waarbij D' zich bevindt op: 30.	Metingen 1 2 3 Gemidd. F' bevindt zich op 63.8 63.9 63.7 63.8 E' bevindt zich op 70.4 70 70.2 70.2 Verschil = 6.4.	$Y_2 - Y_1 = 6.4$ $Y_1 = 29.2$ $Y_2 = 35.6$
IV. *Hoogte v/d rechter* otolithen in eene vertikale van uit D, waarbij D zich bevindt op: 47.2.	Metingen 1 2 3 Gemidd. F bevindt zich op 63.3 63 63.1 63.1 E bevindt zich op 69.5 70.1 70.4 70 Verschil = 6.9.	$Y_2 - Y_1 = 6.9$ $Y_1 = 29.4$ $Y_2 = 36.3$

Haai: III. Plaat: B'. 8.

Het punt O bevindt zich na fixatie van de plaat:
op de horizontale lijn op: 35.2
op de vertikale lijn op: 96.9

I. *Breedte v/d linker* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 63.5.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$X_2 - X_1 = 4.4$
	C' bevindt zich op	27.3	27.1	27.1	27.2	$X_1 = 3.6$
	B' bevindt zich op	31.5	31.7	31.7	31.6	$X_2 = 8$
	Verschil = 4.4.					
II. *Breedte v/d rechter* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 63.5.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$X_2 - X_1 = 4.3$
	C bevindt zich op	48.3	48.3	48.4	48.3	$X_1 = 8.8$
	B bevindt zich op	44.1	43.8	44.1	44	$X_2 = 13.1$
	Verschil = 4.3.					
III. *Hoogte v/d linker* otolithen in eene vertikale van uit D', waarbij D' zich bevindt op: 29.2.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$Y_2 - Y_1 = 6.4$
	F' bevindt zich op	61.1	61	61.1	61.1	$Y_1 = 29.4$
	E' bevindt zich op	67.4	67.5	67.6	67.5	$Y_2 = 35.8$
	Verschil = 6.4.					
IV. *Hoogte v/d rechter* otolithen in eene vertikale van uit D. waarbij D. zich bevindt op: 46.4.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$Y_2 - Y_1 = 6.9$
	F bevindt zich op	60.3	60.8	60.4	60.5	$Y_1 = 29.5$
	E bevindt zich op	67.4	67.3	67.4	67.4	$Y_2 = 36.4$
	Verschil 6 = 9.					

Haai: III.

Standen:		B_1.	D_2.	R_3.	L_4.	K_5.	S_6.	U_7.	B'_8.	Gemiddelde stand.	Grootste gemiddelde afwijking.	Grootste afwijking.	Volgorde.
Y = 33.4	X_1	8.8	9	8.6	9	8.3	9	8.6	8.8	8.8	0.5 K —	0.7 DLS — K	letters (DLS)(BB')(RU)K. getal (246)(18)(37)5.
Rechter otolithen	X_2	13.2	13.4	13	13.4	12.7	13.2	13.3	13.1	13.2	0.5 K —	0.7 DL — K	letters (DL)U(BS)B'RK. getal (24)7(16)835.
breedte	$X_2 - X_2$	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.2	4.7	4.3	4.4	0.3 U +	0.5 U — S	letters U(BDRLK)B'S. getal 71(2345)86.
	X_1	3.1	3.3	4	3.4	3.2	2.8	3.1	3.6	3.3	0.7 R +	1.2 R — S	letters RB'LDK(BU)S. getal 38425(17)6.
Linker otolithen	X_2	7.6	7.8	8.5	7.9	7.8	7.3	7.7	8	7.8	0.7 R +	1.2 R — S	letters RB'L(DK)UBS. getal 384(25)716.
breedte	$X_2 - X_1$	4.5	4.5	4.5	4.5	4.6	4.5	4.6	4.4	4.5	0.1 KU + B' —	0.2 KU — B'	letters (KU)(BDRLS)B'. getal (57)(12346)8.
X = 11.2	Y_1	29.7	29.4	29.5	29.8	29.4	29.8	29.4	29.5	29.6	0.2 LS + DU —	0.4 LS — DU	letters (LS)B(RB')(DKU). getal (46)1(38)257.
Rechter otolithen	Y_2	36.7	36.1	35.9	36.3	36.3	36.8	36.3	36.4	36.3[5]	0.4[5] S + R —	0.9 S — R	letters SBB'(LKU)DR. getal 618(457)23.
lengte	$Y_2 - Y_1$	7	6.7	6.4	6.5	6.9	7	6.9	6.9	6.8	0.4 R —	0.6 BS — R	letters (BS)(KUB')DLR. getal (16)(578)243.
X = 6	Y_1	29.2	28.8	29.4	29.3	29.9	29.5	29.2	29.4	29.3	0.6 K +	1.1 K — D	letters KS(RB')L(BU)D. getal 56(38)4(17)2.
Linker otolithen	Y_2	35.7	35.1	36.4	36.4	36.4	36.8	35.6	35.8	36.1[5]	1.0[5] D —	1.7 S — D	letters S(RLK)B'BUD. getal 6(345)8172.
lengte	$Y_2 - Y_1$	6.5	6.3	7	7.1	6.5	7	6.4	6.4	6.6[5]	0.4[5] L +	0.8 L — D	letters L(RS)(BK)(UB')D. getal 4(36)(15)(78)2.

HAAIENKOP IV.

ACANTHIAS VULGARIS ♀.

Ontvangen van 't Zoölogisch station der Nederlandsche Dierkundige Vereeniging.

Voor alle opnamen:
Zachte buis Polyphos VI met ventielbuis.
Plaat Lomberg.
Afstand buis-plaat 40 cM.
Amperage 4.
Voltage 60.
Vonkafstand 10.
Belichtingstijd 100 seconden.

Haai: IV. Plaat: B. 1.

Het punt O bevindt zich na fixatie van de plaat:
op de horizontale lijn op: 30.1
op de vertikale lijn op: 67.2

I. *Breedte v/d linker* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 76.4.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$X_2 - X_1 = 4.4$
	C' bevindt zich op	37.8	37.7	37.9	37.8	$X_1 = 3.3$
	B' bevindt zich op	33.4	33.4	33.4	33.4	$X_2 = 7.7$
	Verschil = 4.4.					
II. *Breedte v/d rechter* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 76.4.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$X_2 - X_1 = 3.4$
	C bevindt zich op	18.6	18.7	18.6	18.6	$X_1 = 7.9$
	B bevindt zich op	22	22	22	22	$X_2 = 11.3$
	Verschil = 3.4.					
III. *Hoogte v/d linker* otolithen in eene vertikale van uit D', waarbij D' zich bevindt op: 37.8 horizontaal.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$Y_2 - Y_1 = 6.7$
	F' bevindt zich op	77.6	77.6	77.6	77.6	$Y_1 = 3.7$
	E' bevindt zich op	70.9	70.8	71	70.9	$Y_2 = 10.4$
	Verschil = 6.7.					
IV. *Hoogte v/d rechter* otolithen in eene vertikale van uit D, waarbij D zich bevindt op: 20.8 horizontaal.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$Y_2 - Y_1 = 5.9$
	F bevindt zich op	80.2	80.3	80.4	80.3	$Y_1 = 7.2$
	E bevindt zich op	74.5	74.4	74.2	74.4	$Y_2 = 13.1$
	Verschil = 5.9.					

Haai: IV. Plaat: D. 2.

Het punt O bevindt zich na fixatie van de plaat:
op de horizontale lijn op: 28.5
op de vertikale lijn op: 78.9

I. *Breedte v/d linker* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 88.1.	Metingen 1 2 3 Gemidd. C' bevindt zich op 36.5 36.5 36.5 36.5 B' bevindt zich op 31.7 31.5 31.6 31.6 Verschil = 4.9.	$X_2 - X_1 = 4.9$ $X_1 = 3.1$ $X_2 = 8$
II. *Breedte v/d rechter* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 88.1.	Metingen 1 2 3 Gemidd. C bevindt zich op 16.8 17 17 16.9 B bevindt zich op 20.3 20.4 20.4 20.4 Verschil = 3.5.	$X_2 = 3.5$ $X_1 = 8.1$ $X_2 = 11.6$
III. *Hoogte v/d linker* otolithen in eene vertikale van uit D', waarbij D, zich bevindt op: 36.2.	Metingen 1 2 3 Gemidd. F' bevindt zich op 87.9 88.3 88.1 88.1 F' bevindt zich op 81.6 81.6 81.6 81.6 Verschil = 6.5.	$Y_2 - Y_1 = 6.5$ $Y_1 = 2.7$ $Y_2 = 9.2$
IV. *Hoogte v/d rechter* otolithen in eene vertikale van uit D, waarbij D zich bevindt op: 19.2.	Metingen 1 2 3 Gemidd. F bevindt zich op 91.8 91.8 91.7 91.8 E bevindt zich op 85.6 85.8 85.7 85.7 Verschil = 6.1.	$Y_2 - Y_1 = 6.1$ $Y_1 = 6.8$ $Y_2 = 12.9$

Haai: IV. Plaat: R. 3.

Het punt O bevindt zich na fixatie van de plaat:
op de horizontale lijn op: 25.3
op de vertikale lijn op: 76.8

I. *Breedte v/d linker* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 86.	Metingen 1 2 3 Gemidd. C' bevindt zich op 34.4 34.5 34.3 34.4 B' bevindt zich op 29.7 29.7 29.6 29.7 Verschil = 4.7.	$X_2 - X_1 = 4.7$ $X_1 = 4.4$ $X_2 = 9.1$
II. *Breedte v/d rechter* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 86.	Metingen 1 2 3 Gemidd. C bevindt zich op 14.5 14.5 14.6 14.5 B bevindt zich op 17.9 18 17.8 17.9 Verschil = 3.4.	$X_2 - X_1 = 3.4$ $X_1 = 7.4$ $X_2 = 10.8$
III. *Hoogte v/d linken* otolithen in eene vertikale van uit D', waarbij D' zich bevindt op: 33.	Metingen 1 2 3 Gemidd. F' bevindt zich op 88.2 88.1 88 88.1 E' bevindt zich op 81.4 81.5 81.5 81.5 Verschil = 6.6.	$Y_2 - Y_1 = 6.6$ $Y_1 = 4.7$ $Y_2 = 11.3$
IV. *Hoogte v/d rechter* otolithen in eene vertikale van uit D, waarbij D zich bevindt op: 16.	Metingen 1 2 3 Gemidd. F bevindt zich op 89 88.8 88.9 88.9 E bevindt zich op 82.7 82.9 82.7 82.8 Verschil = 6.1.	$Y_2 - Y_1 = 6.1$ $Y_1 = 6$ $Y_2 = 12.1$

Haai: IV. Plaat: L. 4.

Het punt O bevindt zich na fixatie van de plaat:
op de horizontale lijn op: 25.1
op de vertikale lijn op: 72.3

I. *Breedte v/d linker* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 81.5.	Metingen 1 2 3 Gemidd. C' bevindt zich op 32.8 32.8 33 32.9 B' bevindt zich op 28.4 28.4 28.4 28.4 Verschil = 4.5.	$X_2 - X_1 = 4.5$ $X_1 = 3.3$ $X_2 = 7.8$
II. *Breedte v/d rechter* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 81.5.	Metingen 1 2 3 Gemidd. C bevindt zich op 13.8 13.9 13.7 13.8 B bevindt zich op 16.8 16.7 16.9 16.8 Verschil = 3.	$X_2 - X_1 = 3$ $X_1 = 8.3$ $X_2 = 11.3$
III. *Hoogte v/d linker* otolithen in eene vertikale van uit D' waarbij D' zich bevind op: 32.8.	Metingen 1 2 3 Gemidd. F' bevindt zich op 82.7 82.8 82.9 82.8 E' bevindt zich op 75.8 76 75.9 75.9 Verschil = 6.9.	$Y_2 - Y_1 = 6.9$ $Y_1 = 7.2$ $Y_2 = 10.5$
IV. *Hoogte v/d rechter* otolithen in eene vertikale van uit D, waarbij D zich bevindt op: 15.8.	Metingen 1 2 3 Gemidd. F bevindt zich op 85.3 85.4 85.4 85.4 E bevindt zich op 79.5 79.4 79.6 79.5 Verschil = 5.9.	$Y_2 - Y_1 = 5.9$ $Y_1 = 7.2$ $Y_2 = 13.1$

Haai: IV. Plaat: K. 5.

Het punt O bevindt zich na fixatie van de plaat:
op de horizontale lijn op: 33.3
op de vertikale lijn op: 73.1

I. *Breedte v/d linker* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 82.3.	Metingen 1 2 3 Gemidd. C' bevindt zich op 40.8 41 40.9 40.9 B' bevindt zich op 36.6 36.6 36.5 36.6 Verschil = 4.3.	$X_1 - X_1 = 4.3$ $X_1 = 3.3$ $X_2 = 7.6$
II. *Breedte v/d rechter* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 82.3.	Metingen 1 2 3 Gemidd. C bevindt zich op 21.8 21.8 21.8 21.8 B bevindt zich op 25 25 25 25 Verschil = 3.2.	$X_2 - X_1 = 3.2$ $X_1 = 8.3$ $X_2 = 11.5$
III. *Hoogte v/d linker* otolithen in eene vertikale van uit D', waarbij D' zich bevindt op: 41.	Metingen 1 2 3 Gemidd. F' bevindt zich op 83.2 83 83.2 83.1 E' bevindt zich op 76.6 76.4 76.4 76.5 Verschil = 6.6.	$Y_2 - Y_1 = 6.6$ $Y_1 = 3.4$ $Y_2 = 10$
IV. *Hoogte v/d rechter* otolithen in eene vertikale van uit D, waarbij D zich bevindt op: 24.	Metingen 1 2 3 Gemidd. F bevindt zich op 86.4 86.3 86.4 86.4 E bevindt zich op 80.6 80.4 80.4 80.5 Verschil = 5.9.	$Y_2 - Y_1 = 5.9$ $Y_1 = 7.4$ $Y_2 = 13.3$

Haai: IV. Plaat: S. 6.

Het punt O bevindt zich na fixatie van de plaat:
op de horizontale lijn op: 34.
op de vertikale lijn op: 84.4

I. *Breedte v/d linker* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 93 6.	Metingen 1 2 3 Gemidd. C' bevindt zich op 26.2 26.1 26.3 26.2 B' bevindt zich op 30.7 30.6 30.7 30.7 Verschil = 4.5	$X_2 - X_1 = 4.5$ $X_1 = 3.3$ $X_2 = 7.8$
II. *Breedte v/d rechter* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 93.6.	Metingen 1 2 3 Gemidd. C bevindt zich op 45.4 45.2 45.4 45.3 B bevindt zich op 42.3 42.1 42.2 42 2 Verschil = 3.1.	$X_2 - X_1 = 3.1$ $X_1 = 8.2$ $X_2 = 11.3$
III. *Hoogte v/d linker* otolithen in eene vertikale van uit D', waarbij D' zich bevindt op: 26.3.	Metingen 1 2 3 Gemidd. F' bevindt zich op 94.5 94.2 94.4 94.4 E' bevindt zich op 87.8 88 87.6 87.8 Verschil = 6.6.	$Y_2 - Y_1 = 6.6$ $Y_1 = 3.4$ $Y_2 = 10.$
IV. *Hoogte v/d rechter* otolithen in eene vertikale van uit D, waarbij D zich bevindt op: 43.3.	Metingen 1 2 3 Gemidd. F bevindt zich op 96.8 96.9 97.2 97 E bevindt zich op 91.2 91.1 91.1 91.1 Verschil = 5.9.	$Y_2 - Y_1 = 5.9$ $Y_1 = 6.7$ $Y_2 = 12.6$

Haai: IV. Plaat: U. 7.

Het punt O bevindt zich na fixatie van de plaat:
op de horizontale lijn op: 11.
op de vertikale lijn op: 73.6

I. *Breedte v/d linker* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 82.8.	Metingen 1 2 3 Gemidd. C' bevindt zich op 18.8 18.9 19 18.9 B' bevindt zich op 14.1 14.3 14.1 14.2 Verschil = 4.7.	$X_2 - X_1 = 4.7$ $X_1 = 3.2$ $X_2 = 7.9$
II. *Breedte v/d rechter* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 82.8.	Metingen 1 2 3 Gemidd. C bevindt zich op −0.6 −0.5 −0.5 −0.5 B bevindt zich op 2.9 3 2.9 2.9 Verschil = 3.4.	$X_2 - X_1 = 3.4$ $X_1 = 8.1$ $X_2 = 11.5$
III. *Hoogte v/d linker* otolithen in eene vertikale van uit D', waarbij D' zich bevindt op 18.7.	Metingen 1 2 3 Gemidd. F' bevindt zich op 83.4 83.2 83.2 83.3 E' bevindt zich op 76.8 76.9 76.7 76.8 Verschil = 6.5.	$Y_2 - Y_1 = 6.5$ $Y_1 = 3.2$ $Y_2 = 9.7$
IV. *Hoogte v/d rechter* otolithen in eene vertikale van uit D, waarbij D zich bevindt op: 1.7.	Metingen 1 2 3 Gemidd. F bevindt zich op 86.4 86.7 86.7 86.6 E bevindt zich op 80.7 80.7 80.5 80.6 Verschil = 6.	$Y_2 - Y_1 = 6$ $Y_1 = 7$ $Y_2 = 13$

Standen:		B_1.	D_2.	R_3.	L_4.	K_5.	S_6.	U_7.	Gemiddelde stand.	Grootste gemiddelde afwijking.	Grootste afwijking.	Volgorde:
Y = 9.2	X_1	7.9	8.1	7.4	8.3	8.3	8.2	8.1	8	0.6 R —	0 9 (LK) — R	letters (LK)S(DU)BR. getal (45)6(27)13.
Rechter otolithen	X_2	11.3	11.6	10.8	11.3	11.5	11.3	11.5	11.3	0.5 R —	0.8 D — R	letters D(UK)(BLS)R. getal 2(57)(146)3.
breedte	$X_2 - X_1$	3.4	3.5	3.4	3	3.2	3.1	3.4	3.3	0 3 L —	0.5 D — L	letters D(BRU)KSL. getal 2(137)564.
	X_1	3.3	3.1	4.4	3.3	3.3	3.3	3.2	3.4	1 R +	1.3 R — D	letters R(BLKS)UD. getal 3(1456)72.
Linker otolithen	X_2	7.7	8	9.1	7.8	7.6	7.8	7.9	7.8	1.3 R +	1.4 R — B	letters RDU(LS)BK. getal 327(46)15.
breedte	$X_2 - X_1$	4.4	4.9	4.7	4.5	4.3	4.5	4.7	4.6	0.3 D + K —	0.6 D — K	letters D(RU)(LS)BK. getal 2(37)(46)15.
X = 9.3	Y_1	7.2	6.8	6	7.2	7.4	6.7	7	6.9	0.9 R —	1.4 K — S	letters K(BL)UDSR. getal 5(14)7263.
Rechter otolithen	Y_2	13.1	12.9	12.1	13.1	13.3	12.6	13	12.9	0.8 R —	1.2 K — R	letters K(BL)UDSR. getal 5(14)7263.
lengte	$Y_2 - Y_2$	5.9	6.1	6.1	5.9	5.9	5.9	6	6	0.1 B_1LK_1S — D_1R +	0.2 RD — BLKS	letters (DR)U(BLKS). getal (23)7(1456).
X = 7.7	Y_1	3.7	2.7	4.7	3.6	3.4	3.4	3.2	3.5	1.2 R +	2 R — D	letters RBL(KS)UD. getal 314(56)72.
Linker otolithen	Y_2	10.4	9.2	11.3	10.5	10	10	9.7	10.2	1.6 R +	2 1 R — D	letters RLB(KS)UD. getal 341(56)72.
lengte	$Y_2 - Y_1$	6.7	6.5	6.6	6.9	6.6	6.6	6.5	6.6	0.3 L +	0.4 L — DU	letters LB(RKS)(DU). getal 41(356)(27).

HAAIENKOP V.

ACANTHIAS VULGARIS.

Ontvangen van 't Zoölogisch station der Nederlandsche Dierkundige Vereeniging.

Voor alle opnamen:

Buis Polyphos III (kleine, vrij zwakke, buis).
Voltspanning 60.
Amperage 4.
Vonklengte 20.
Afstand buis.plaat 43 cM.
Plaat Lomberg.
Belichtingstijd:

Stand B 1	120 sec.	Stand L 4	140 sec.
K 5	120 „	U 7	160 „
S 6	135 „	D 2	160 „
R 3	135 „		

Haai: V. Plaat: B. 1.

Het punt O bevindt zich na fixatie van de plaat:
op de horizontale lijn op: 20.8
op de vertikale lijn op: 92.9

I. *Breedte v/d linker* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 71.6.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$X_2 - X_1 = 4.7$
	C' bevindt zich op	16.1	16.—	16.2	16.1	$X_1 = 0$
	B' bevindt zich op	20.8	20.8	20.8	20.8	$X_2 = 4.7$
	Verschil = 4.7.					
II. *Breedte v/d rechter* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 71.6.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$X_2 - X_1 = 3.8$
	C bevindt zich op	39.7	39.7	39.7	39.7	$X_1 = 25.1$
	B bevindt zich op	35.9	35.9	35.9	35.9	$X_2 = 18.9$
	Verschil = 3.8.					
III. *Hoogte v/d linker* otolithen in eene vertikale van uit D', waarbij D' zich bevindt op: 19.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$Y_2 - Y_1 = 7.2$
	F' bevindt zich op	66.4	66.5	66.7	66.5	$Y_1 = 19.2$
	E' bevindt zich op	73.8	73.6	73.6	73.7	$Y_2 = 26.4$
	Verschil = 7.2.					
IV. *Hoogte v/d rechter* otolithen in eene vertikale van uit D, waarbij D zich bevindt op: 35.9.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$Y_2 - Y_1 = 6$
	F bevindt zich op	65.7	65.5	65.5	65.6	$Y_1 = 21.3$
	E bevindt zich op	71.7	71.6	71.6	71.6	$Y_2 = 27.3$
	Verschil = 6.					

Haai: V. Plaat: D. 2.

Het punt O bevindt zich na fixatie van de plaat:
op de horizontale lijn op: 22.5
op de vertikale lijn op: 91.7

I.

Breedte v/d linker otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 70.4.

Metingen	1	2	3	Gemidd.
C' bevindt zich op	18.2	18.3	18.2	18.2
B' bevindt zich op	22.5	22.5	22.5	22.5

Verschil = 4.3.

$X_2 - X_1 = 4.3$
$X_1 = 0$
$X_2 = 4.3$

II.

Breedte v/d rechter otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 70.4.

Metingen	1	2	3	Gemidd.
C bevindt zich op	41.3	41.1	41.2	41.2
B bevindt zich op	37.2	37	37.2	37.1

Verschil = 4.1.

$X_2 - X_1 = 4.1$
$X_1 = 1.46$
$X_2 = 18.7$

III.

Hoogte v/d linker otolithen in eene vertikale van uit D', waarbij D' zich bevindt op: 20.7.

Metingen	1	2	3	Gemidd.
F' bevindt zich op	6.6	6.6	6.6	6.6
E' bevindt zich op	72.9	72.9	73.	72.9

Verschil = 6.9.

$Y_2 - Y_1 = 6.9$
$Y_1 = 18.8$
$Y_2 = 25.7$

IV.

Hoogte v/d rechter otolithen in eene vertikale van uit D, waarbij D zich bevindt op: 37.6.

Metingen	1	2	3	Gemidd.
F bevindt zich op	64.9	64.6	64.8	64.8
E bevindt zich op	70.8	70.8	70.9	70.8

Verschil = 6.

$Y_2 - Y_1 = 6$
$Y_1 = 20.9$
$Y_2 = 26.9$

Haai: V. Plaat: R. 3.

Het punt O bevindt zich na fixatie van de plaat:
op de horizontale lijn op: 38.3
op de vertikale lijn op: 89.7

I.

Breedte v/d linker otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 68.4.

Metingen	1	2	3	Gemidd.
C' bevindt zich op	33.7	33.7	33.7	33.7
B' bevindt zich op	38.3	38.3	38.3	38.3

Verschil = 4.6.

$X_2 - X_1 = 4.6$
$X_1 = 0$
$X_2 = 4.6$

II.

Breedte v/d rechter otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 68.4

Metingen	1	2	3	Gemidd.
C bevindt zich op	57.4	57.5	57.3	57.4
B bevindt zich op	53.5	53.2	53.1	53.3

Verschil = 4.1.

$X_2 - X_1 = 4.1$
$X_1 = 15.0$
$X_2 = 19.1$

III.

Hoogte v/d linker otolithen in eene vertikale van uit D', waarbij D' zich bevindt op: 36.5.

Metingen	1	2	3	Gemidd.
F' bevindt zich op	63.6	63.5	63.5	63.5
E' bevindt zich op	70.7	70.8	70.7	70.7

Verschil = 7.2.

$Y_2 - Y_1 = 7.2$
$Y_1 = 19$
$Y_2 = 26.2$

IV.

Hoogte v/d rechter otolithen in eene vertikale van uit D, waarbij D zich bevindt op: 53.4.

Metingen	1	2	3	Gemidd.
F bevindt zich op	62.6	62 3	62.5	62.5
E bevindt zich op	68.3	68.5	68.6	68.5

Verschil = 6.

$Y_2 - Y_1 = 6$
$Y_1 = 21.2$
$Y_2 = 27.2$

Haai: V. Plaat: L. 4.

Het punt O bevindt zich na fixatie van de plaat:
op de horizontale lijn op: 34.5
op de vertikale lijn op: 92.3

I. *Breedte v/d linker* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 71.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$X_2 - X_1 = 4.4$
	C' bevindt zich op	30.1	30.2	30	30.1	$X_1 = 0$
	B' bevindt zich op	34.5	34.5	34.5	34.5	$X_2 = 4.4$
	Verschil = 4.4.					
II. *Breedte v'd rechter* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 71.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$X_2 - X_1 = 4$
	C bevindt zich op	53.6	53.6	53.6	53.6	$X_1 = 15.1$
	B bevindt zich op	49.6	49.6	49.6	49.6	$X_2 = 19.1$
	Verschil = 4.					
III. *Hoogte v/d linker* otolithen in eene vertikale van uit D', waarbij D' zich bevindt op: 32.7.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$Y_2 - Y_1 = 7.1$
	F' bevindt zich op	66.5	66.6	66.8	66.6	$Y_1 = 18.6$
	E' bevindt zich op	73.8	73.7	73.7	73.7	$Y_2 = 25.7$
	Verschil = 7.1.					
IV. *Hoogte v/d rechter* otolithen in eene vertikale van uit D, waarbij D zich bevindt op: 49.6.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$Y_2 - Y_1 = 6$
	F bevindt zich op	64.9	64.9	64.9	64.9	$Y_1 = 21.4$
	E bevindt zich op	71	70.8	71	70.9	$Y_2 = 27.4$
	Verschil = 6.					

Haai: V. Plaat: K. 5.

Het punt O bevindt zich na fixatie van de plaat:
op de horizontale lijn op: 18.2
op de vertikale lijn op: 67.9

I. *Breedte v/d linker* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 89.2.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$X_1 - X_1 = 4.3$
	C' bevindt zich op	22.6	22.5	22.5	22.5	$X_1 = 0$
	B' bevindt zich op	18.2	18.2	18.2	18.2	$X_2 = 4.3$
	Verschil = 4.3.					
II. *Breedte v/d rechter* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 89.2.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$X_2 - X_1 = 4.1$
	C bevindt zich op	−0.8	−0.9	−1	−0.9	$X_1 = 15$
	B bevindt zich op	3.2	3.2	3.3	3.2	$X_2 = 19.1$
	Verschil = 4.1.					
III. *Hoogte v/d linker* otolithen in eene vertikale van uit D', waarbij D' zich bevindt op: 20.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$Y_2 - Y_1 = 7$
	F' bevindt zich op	93.8	93.7	93.7	93.7	$Y_1 = 18.8$
	E' bevindt zich op	86.7	86.8	86.7	86.7	$Y_2 = 25.8$
	Verschil = 7.					
IV. *Hoogte v/d rechter* otolithen in eene vertikale van uit D, waarbij D zich bevindt op: 3.1.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$Y_2 - Y_1 = 6.2$
	F bevindt zich op	95.3	95.3	95.4	95.3	$Y_1 = 21.2$
	E bevindt zich op	89.1	89.2	89	89.1	$Y_2 = 27.4$
	Verschil = 6.2.					

Haai: V. Plaat: S. 6. (dwars in meettoestel)

Het punt O bevindt zich na fixatie van de plaat:
op de horizontale lijn op: 81.7
op de vertikale lijn op: 48.2

I. *Breedte v/d linker* otolithen in eene vertikale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 26.9.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$X_2 - X_1 = 4.5$
	C' bevindt zich op	86.3	86.1	86.2	86.2	$X_1 = 0$
	B' bevindt zich op	81.7	81.7	81.7	81.7	$X_2 = 4.5$
	Verschil = 4.5.					
II. *Breedte v/d rechter* otolithen in eene vertikale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 26.9.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$X_2 - X_1 = 4.1$
	C bevindt zich op	62.9	63.1	63.3	63.1	$X_1 = 14.5$
	B bevindt zich op	67.4	67.3	67	67.2	$X_2 = 18.6$
	Verschil = 4.1.					
III. *Hoogte v/d linker* otolithen in eene horizontale van uit D', waarbij D' zich bevindt op: 83.5.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$Y_2 - Y_1 = 7$
	F' bevindt zich op	22.1	22.3	22.2	22.2	$Y_1 = 19$
	E' bevindt zich op	29.3	28.9	29.3	29.2	$Y_2 = 26$
	Verschil = 7.					
IV. *Hoogte v/d rechter* otolithen in eene horizontale van uit D, waarbij D zich bevindt op: 66.6.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$Y_2 - Y_1 = 6.1$
	F bevindt zich op	21.7	21.7	21.7	21.7	$Y_1 = 20.4$
	E bevindt zich op	27.7	27.9	27.8	27.8	$Y_2 = 26.5$
	Verschil = 6.1.					

Haai: V. Plaat: U. 7.

Het punt O bevindt zich na fixatie van de plaat:
op de horizontale lijn op: 92.8
op de vertikale lijn op: 45.

I. *Breedte v/d linker* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 23.7.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$X_2 - X_1 = 4.3$
	C' bevindt zich op	97.2	97.1	97	97.1	$X_1 = 0$
	B' bevindt zich op	92.8	92.8	92.8	92.8	$X_2 = 4.3$
	Verschil = 4.3.					
II. *Breedte v/d rechter* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 23.7.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$X_2 - X_1 = 4$
	C bevindt zich op	74.2	74.1	74.3	74.2	$X_1 = 14.8$
	B bevindt zich op	78.2	78.2	78.2	78.2	$X_2 = 18.6$
	Verschil = 4.					
III. *Hoogte v/d linker* otolithen in eene vertikale van uit D', waarbij D' zich bevindt op: 94.6.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$Y_2 - Y_1 = 6.9$
	F' bevindt zich op	18.9	19	19.3	19.1	$Y_1 = 19$
	E' bevindt zich op	25.9	26.1	26	26	$Y_2 = 25.9$
	Verschil = 6.9.					
IV. *Hoogte v/d rechter* otolithen in eene vertikale van uit D, waarbij D zich bevindt op: 77.7.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$Y_2 - Y_1 = 6.1$
	F bevindt zich op	18.3	18.4	18.4	18.4	$Y_1 = 20.5$
	E bevindt zich op	24.6	24.5	24.5	24.5	$Y_2 = 26.6$
	Verschil = 6.1.					

Haai: V.

Standen:		B_1.	D_2.	R_3.	L_4.	K_5.	S_6.	U_7.		Gemiddelde stand.	Grootste gemiddelde afwijking.	Grootste afwijking.	Volgorde.
Y = 21.3	X_1	15.1	14.6	15	15.1	15	14.5	14.6		14.8	0.3 BL + S —	0.6 BL — S	letters (BL)(RK)(DU)S. getal (14)(35)(27)6.
Rechter otolithen	X_2	18.9	18.7	19.1	19.1	19.1	18.6	18.6		18.9	0.3 SU —	0.5 RLK — SU	letters (RLK)BD(SU). getal (345)12(67).
breedte	$X_2 - X_1$	3.8	4.1	4.1	4	4.1	4.1	4		4	0.2 B —	0.3 DRKS — B	letters (DRKS)(LU)B. getal (2356)(47)1.
Y = 21.3	X_1	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	letters (BDRLKSU). getal (1234567).
Linker otolithen	X_2	4.7	4.3	4.6	4.4	4.3	4.5	4.3		4.4	0.3 B +	0.4 B — DKU	letters BRSL(DKU). getal 1364(257).
breedte	$X_2 - X_1$	4.7	4.3	4.6	4.4	4.3	4.5	4.3		4.4	0.3 B +	0.4 B — DKU	letters BRSL(DKU). getal 1364(257).
X = 15.1	Y_1	21.3	20.9	21.2	21.4	21.2	20.4	20.5		21	0 6 S —	1.0 L — S	letters LB(RK)DUS. getal 41(35)276.
Rechter otolithen	Y_2	27.3	26.9	27.2	27.4	27.4	26.5	26.6		27	0.5 S —	0.9 LK — S	letters (LK)BRDUS. getal (45)13276.
lengte	$Y_2 - Y_1$	6	6	6	6	6.2	6.1	6.1		6.1	0.1 K + BDRL —	0.2 K — BDRL	letters K(SU)(BDRL). getal 5(67)(1234).
X = 1.8	Y_1	19.2	18.8	19	18.6	18.8	19	19		18.9	0.3 B + L —	0.6 B — L	letters B(RSU)(DK)L. getal 1(367)(25)4.
Linker otolithen	Y_2	26.4	25.7	26.2	25.7	25.8	26	25.9		26	0.4 B +	0.7 B — DL	letters BRSUK(DL). getal 13675(24).
lengte	$Y_2 - Y_1$	7.2	6.9	7.2	7.1	7	7	6.9		7	0.2 BR +	0.3 BR — DU	letters (BR)L(KS)(DU). getal (13)4(56)(27).

De resultaten van vorenstaande metingen heb ik in curven opgeteekend, die — omdat het bestek van dit werk 't niet gedoogt, — hier niet zijn opgenomen.

In die curven bleek duidelijk, dat van typische verplaatsingen geen sprake was.

Om echter toch een goed vergelijkend overzicht van de verschillende getallen, bij meting gevonden, te geven, plaatste ik de eindtabellen der lijsten in één tabel.

Hierin vinden we dus weer voor de verschillende afstanden van den otolith tot 't coördinatenstelsel de volgorde in grootte van die afstanden opgeteekend.

Ware er dus voor elken kopstand eene verplaatsing der otolithen in eene bepaalde richting, dan zou er eene overeenkomst te vinden moeten zijn in de volgorde der cijfers voor dezelfde standen bij de verschillende haaienkoppen.

In de volgende tabel is dus weer:

X_1 = afstand binnenrand otolithen tot ordinaat.

X_2 = afstand buitenrand otolithen tot ordinaat.

Y_1 = afstand onderrand otolithen tot abscis.

Y_2 = afstand bovenrand otolithen tot abscis.

$X_2 - X_1$ = dikte van de otolithen in de breedte-doorsnee.

$Y_2 - Y_1$ = dikte van de otolithen in de lengte-doorsnee.

De Romeinsche cijfers duiden de nummers der koppen aan. De Arabische cijfers zijn die der standen, zooals boven aangegeven.

Waar gelijke waarden voor verschillende standen werden gevonden, plaatste ik de nummers dier standen in de vertikale lijn onder elkander.

Haai:	X_1.	X_2.	Y_1.	Y_2.	$X_2 - X_1$.	$Y_2 - Y_1$.
I.	5 3 7 2 4 6 1 4 2	3 7 5 6 2 4 1 6 5 4 2	5 2 3 7 4 6 1 7 3	5 7 2 4 3 1 6	3 6 7 1 2 4 5 7 6 4 2	1 7 4 6 2 5 3 6 4 5 2
II.	4 5 6 3 2 7 1 6 5	2 4 6 1 3 5 7 4 2 5 7 3 7 3 5	5 4 6 1 2 3 7 2 1	6 5 7 4 1 3 2 2 3	1 2 7 3 4 6 5 4 6 3 6 3 4	7 6 3 5 1 4 2 4 1
III.	8 2 4 6 1 3 7 5 4 2 2 3 6 6 4 7	8 2 4 7 1 6 3 5 4 2 6 1	8 4 6 1 3 2 5 7 6 4 5 7 2 7 2 5	8 6 1 4 5 7 2 3 5 4 4 7 7 5	8 7 1 2 3 4 5 6 2 1 1 1 1 3 3 2 2 2 4 4 4 3 3 5 5 5 5 4	8 1 6 5 7 2 4 3 6 1 7 5
IV.	4 5 6 2 7 1 3 5 4 7 2	2 5 7 1 4 6 3 7 5 4 1 1 6 6 4	5 1 4 7 2 6 3 4 1	5 1 4 7 2 6 3 4 1	2 1 3 7 5 6 4	2 3 7 1 4 5 6 3 2 4 1 1 1 5 5 4 4 6 6 6 5
V.	1 4 3 5 2 7 6 4 1 5 3 7 2	3 4 5 1 2 6 7 4 5 3 7 6 5 3 4	4 1 3 5 2 7 6 5 3	4 5 1 3 2 7 6 5 4	2 3 5 6 4 7 1 3 2 2 2 7 4 5 5 3 3 6 6 6 5	5 6 7 1 2 3 4 7 6 2 1 1 1 3 3 2 2 4 4 4 3

Haai.	X_1	X_2	$X_2 - X_1$.	Y_1.	Y.	$Y_2 - Y_1$.
I.	1 6 5 7 4 3 2	1 6 4 7 3 5 2 7 4	2 1 4 6 3 7 5 6 4	1 6 7 5 3 2 4 4 2	5 2 7 3 4 1 6 7 2 6 1	2 5 3 4 7 6 1 5 2 4 3
II.	7 5 3 2 6 4 1 6 2	5 7 6 3 4 2 1	5 6 1 3 4 7 2 4 7 3 7 3 4	7 5 6 3 4 1 2 4 3	5 7 4 3 1 6 2 6 1	2 1 3 4 5 6 7 3 4 1 4 1 3
III.	8 3 4 2 5 1 7 6 7 1	8 3 4 2 5 7 1 6 5 2	8 5 7 1 2 3 4 6 7 5 2 3 4 6 1 3 4 6 1 2 4 6 1 2 3 6 1 2 3 4	8 5 6 3 4 1 7 2 7 1	8 6 3 4 5 1 7 2 4 5 3 5 3 4	8 4 3 6 1 5 7 2 6 3 5 1
IV.	3 1 4 5 6 7 2 4 5 6 1 5 6 1 4 6 1 4 5	3 2 7 4 6 1 5 6 4	2 3 7 4 6 1 5 7 3 6 4	3 1 4 5 6 7 2 6 5	3 4 1 5 6 7 2 6 5	4 1 3 5 6 2 7 5 6 3 7 2 6 3 5
V.	1 2 3 4 5 6 7 2 3 4 5 6 7 1 3 4 5 6 7 1 2 4 5 6 7 1 2 3 5 6 7 1 2 3 4 6 7 1 2 3 4 5 7 1 2 3 4 5 6	1 3 6 4 2 5 7 5 7 2 7 2 5	1 3 6 4 2 5 7 5 7 2 7 2 5	1 3 6 7 2 5 4 6 7 3 5 2 7 3 6	1 3 6 7 5 2 4 4 2	1 3 4 5 6 2 7 3 1 6 5 7 2

Waar de vorige metingen de geheele otolithenvlek betroffen, is bij de volgende metingen aan één enkel deel der vlek, geheel bovenaan, dat tot den utriculus-otolith, behoort en aan een ander deel, geheel onderaan, dat tot den lagena otolith behoort, de aandacht gewijd.

Wij weten van de volgende metingen dus, dat daar de mogelijke verplaatsing voor een bepaald punt tot eenen bepaalden otolith behoorend wordt nagegaan.

Wegens de bijzondere helderheid van de platen van Kop III werden deze wederom voor deze meting gebezigd.

We verkregen nu de volgende cijfers:

Stand.	Aanwijzing van de overeenkomstige punten der otolithen.	*Linker* otolithen.				*Rechter* otolithen.			
		Utriculus otolith. afstand tot:		*Lagena otolith.* afstand tot		*Utriculus otolith.* afstand tot:		*Lagena otolith.* afstand tot:	
		Vertikale.	Horizontale.	Vertikale.	Horizontale.	Vertikale.	Horizontale.	Vertikale.	Horizontale.
B.	Kruispunt horizontaal: 28 8 vertikaal: 67 3								
	L. utriculus „ : 33 „ : 81.3	4.2	14						
	L. lagena „ : 37 6 „ : 69.6			8.8	2.3				
	R. utriculus „ : 20.1 „ : 81 4					8.7	14.1		
	R. lagena „ : 15.5 „ : 70.1							13.3	2.8
L.	Kruispunt „ : 23 8 „ : 72.3								
	L. utriculus „ : 28 „ : 86 3	4.2	14						
	L. lagena „ : 32.6 „ : 74.6			8.8	2.3				
	R. utriculus „ : 15.1 „ : 86 4					8.7	14.1		
	R. lagena „ : 10 5 „ : 75.2							13.3	2.9
S.	Kruispunt „ : 18.7 „ : 84.7								
	L. utriculus „ niet af te lezen.	—	—						
	L. lagena „ : 27.5 vertikaal: 86.8			8.8	2.1				
	R. utriculus „ : 10 „ : 98.8					8.7	14.1		
	R. lagena „ : 5.6 „ : 87.3							13.1	2.6
U.	Kruispunt „ : 12.5 „ : 73.8								
	L. utriculus „ : 16.7 „ : 87.5	4.2	13.7						
	L. lagena „ : 21.3 „ : 75.9			8.8	2.1				
	R. utriculus „ : 3.8 „ : 87.9					8.7	14.1		
	R. lagena „ —0.6 „ : 76.6							13.1	2.8
R.	Kruispunt „ : 25.1 „ : 77.1								
	L. utriculus „ : 29 4 „ : 91.1	4.3	14						
	L. lagena „ : 33.8 „ : 79.4			8.7	2.3				
	R. utriculus „ : 16.4 „ : 91.3					8.7	14.2		
	R. lagena „ : 11.9 „ : 80							13.2	2.9
D.	Kruispunt „ : 27.1 „ : 79.1								
	L. utriculus „ : 31.3 „ : 92.9	4 2	13.8						
	L. lagena „ : 35.9 „ : 81.3			8.8	2.2				
	R. utriculus „ : 18.3 „ : 93.2					8.8	14.1		
	R. lagena „ : 14.1 „ : 81.8							13	2.7
K.	Kruispunt „ : 11.7 „ : 75.8								
	L. utriculus „ niet af te lezen.	—	—						
	L. lagena „ : 20 5 vertikaal: 78.1			8.8	2.3				
	R. uticrulus „ : 2.8 „ : 90					8.9	14.2		
	R. lagena „ —1.3 „ : 78.9							13	3.1

Ten einde ook in andere afmetingen mogelijke otolithenverschuivingen te kunnen waarnemen werd vervolgens een kop in de sagittale as doorgesneden. Nu werd de kop weder ingesmolten, ditmaal met de snijvlakte op de plaat, zoodat we de otolithen zien liggen, zooals in Figuur III.

Nu werd wederom op de plaat de stand van overeenkomstige punten van de verschillende otolithen afgelezen voor de verschillende standen. Hiertoe werd die kophelft gebezigd, waarin zich de wervelkolom nog bevond, zoodat we zeker waren aan die zijde het labyrinth niet geopend te hebben.

Deze proeven werden genomen met:

HAAIENKOP VI.

MUSTELUS ♀.

Voor alle opnamen:
Buis Burger.
Wehnelt onderbreking.
100 volt spanning.
12 ampères.
15 vonklengten.
Afstand buis-plaat 50 cM.
Opnametijd 15 seconden.

De beteekenis der verschillende standen is dezelfde als bij de eerste proevenreeks.

Kopstand.

Het kruispunt bevindt zich na fixatie van de plaat:
op de horizontale lijn op: 20.
op de vertikale lijn op: 83.5

Utriculus-otolith. Voorste punt.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	Afstand tot:
	Horizontaal op	14.5	14.5	14.6	14.5	Vertikale = 5.5
	Vertikaal op	70.2	70.1	70.1	70.1	Horizontale = 13.4
Sacculus-otolith. Laagste punt.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	Afstand tot:
	Horizontaal op	18.3	18.5	18.4	18.4	Vertikale = 1.6
	Vertikaal op	76.9	76.7	76.9	76.8	Horizontale = 6.7
Lagena-otolith. Achterste punt.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	Afstand tot:
	Horizontaal op	15.7	15.5	15.7	15.6	Vertikale = 4.4
	Vertikaal op	82	81.9	82	82	Horizontale = 1.5

Dorsaalstand.

Het kruispunt bevindt zich na fixatie van de plaat:
op de horizontale lijn op: 23.7
op de vertikale lijn op 83.5

Utriculus-otolith. Voorste punt.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	Afstand tot:
	Horizontaal op	18.2	18.3	18.2	18 2	Vertikale = 5.5
	Vertikaal op	70.2	70.3	70.2	70.2	Horizontale = 13.3
Sacculus-otolith. Laagste punt.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	Afstand tot:
	Horizontaal op	22.1	22.1	22 1	22.1	Vertikale = 1.6
	Vertikaal op	76.8	76.7	76.8	76.8	Horizontale = 6 7
Lagena-otolith. Achterste punt.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	Afstand tot:
	Horizontaal op	19 3	19.4	19.3	19.3	Vertikale = 4.4
	Vertikaal op	82.1	82	81.9	82	Horizontale = 1.5

Staartstand.

Het kruispunt bevindt zich na fixatie van de plaat:
op de horizontale lijn op: 20.2
op de vertikale lijn op: 88.8

Utriculus-otolith. Voorste punt.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	Afstand tot:
	Horizontaal op	14.7	14 7	14.7	5.5	Vertikale = 5.5
	Vertikaal op	75.5	75.5	75.5	13.3	Horizontale = 13.3
Sacculus-otolith. Laagste punt.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	Afstand tot:
	Horizontaal op	18.6	18.6	18 6	18.6	Vertikale = 1.6
	Vertikaal op	82.1	82	82.1	82.1	Horizontale = 6.7
Lagena-otolith. Achterste punt.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	Afstand tot:
	Horizontaal op	15.8	15.9	15.8	15.8	Vertikale = 4.4
	Vertikaal op	87.4	87.3	87.4	87.4	Horizontale = 1.4

Linker zijstand.

Het kruispunt bevindt zich na fixatie van de plaat:
op de horizontale lijn op: 14.4
op de vertikale lijn op: 89.1

Utriculus-otolith. Voorste punt.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	Afstand tot:
	Horizontaal op	9.9	9.9	9.9	9.9	Vertikale = 5.5
	Vertikaal op	75.8	75.7	75.7	75.7	Horizontale = 13.4
Sacculus-otolith. Laagste punt.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	Afstand tot:
	Horizontaal op	12.8	12.9	12.8	12.8	Vertikale = 1.6
	Vertikaal op	82.5	82.4	82.4	82.4	Horizontale = 6.7
Lagena-otolith. Achterste punt.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	Afstand tot:
	Horizontaal op	10.1	10	10	10	Vertikale = 4.4
	Vertikaal op	87.8	87.7	87.8	87.8	Horizontale = 1.3

Buikstand.

Het punt O bevindt zich na fixatie van de plaat:
op de horizontale lijn op: 15.4
op de vertikale lijn op: 89.5

Utriculus-otolith. Voorste punt.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	Afstand tot:
	Horizontaal op	9.9	9.9	9.9	9.9	Vertikale = 5.5
	Vertikaal op	76.1	76.1	76.1	76.1	Horizontale = 13.4
Sacculus-otolith. Laagste punt.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	Afstand tot:
	Horizontaal op	13.9	13.8	13.8	13.8	Vertikale = 1.6
	Vertikaal op	82.9	82.8	82.8	82.8	Horizontale = 6.7
Lagena-otolith. Achterste punt.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	Afstand tot:
	Horizontaal op	11	11	11	11	Vertikale = 4.4
	Vertikaal op	88.3	88.1	88.2	88.2	Horizontale = 1.3

Tweede proevenreeks.

Bij de tweede proevenreeks werd nagegaan of eene eenparig versnelde beweging, in eene bepaalde richting, waarin gedurende geruimen tijd de kop verkeert, meetbare otolithenverschuiving deed optreden.

De proeven waren zoodanig ingericht, dat in de allereerste plaats de aandacht gewijd werd aan mogelijke verplaatsingen in de lengteas van het lichaam van den visch, daar bij visschen de grootste versnellingen toch meestal slechts in die richtingen voorkomen. Toch werd, ter contrôle van mogelijke verschuiving in de hierop loodrechte richting, eene proevenreeks met eenen doorgesneden kop genomen.

Het kwam mij technisch zeer moeilijk voor de proeven zoodanig in te richten, dat de Röntgenfoto's genomen konden worden, terwijl de kop zich werkelijk in een eenparige versnelde beweging bevond. Eene constante kracht, die analoog is aan die, welke werkzaam is bij eene eenparig versnelde beweging, leert ons de mechanica kennen in de centrifugaalkracht. Het leek nu technisch mogelijk den haaienkop te Röntgenen, terwijl hij eene eenparige draaiende beweging had langs een cirkel.

In deze omstandigheid is, wanneer g de versnelling is,

v de snelheid per seconde, r de straal van den te doorloopen cirkel in meters en o de omloopstijd in seconden:

$$g = \frac{v^2}{r^2}$$

en daar $v = \frac{2\,\pi\,r}{o}$

$$g = \frac{4\,\pi^2 r^2}{o^2 r} = 4\,\pi^2\,\frac{r}{o^2}\text{ M. per seconde.}$$

Laten we dus den kop met eene bekende eenparige snelheid eenen cirkel met bekenden straal doorloopen, dan is de grootte der centrifugaalkracht, die op den kop werkt, gemakkelijk te berekenen.

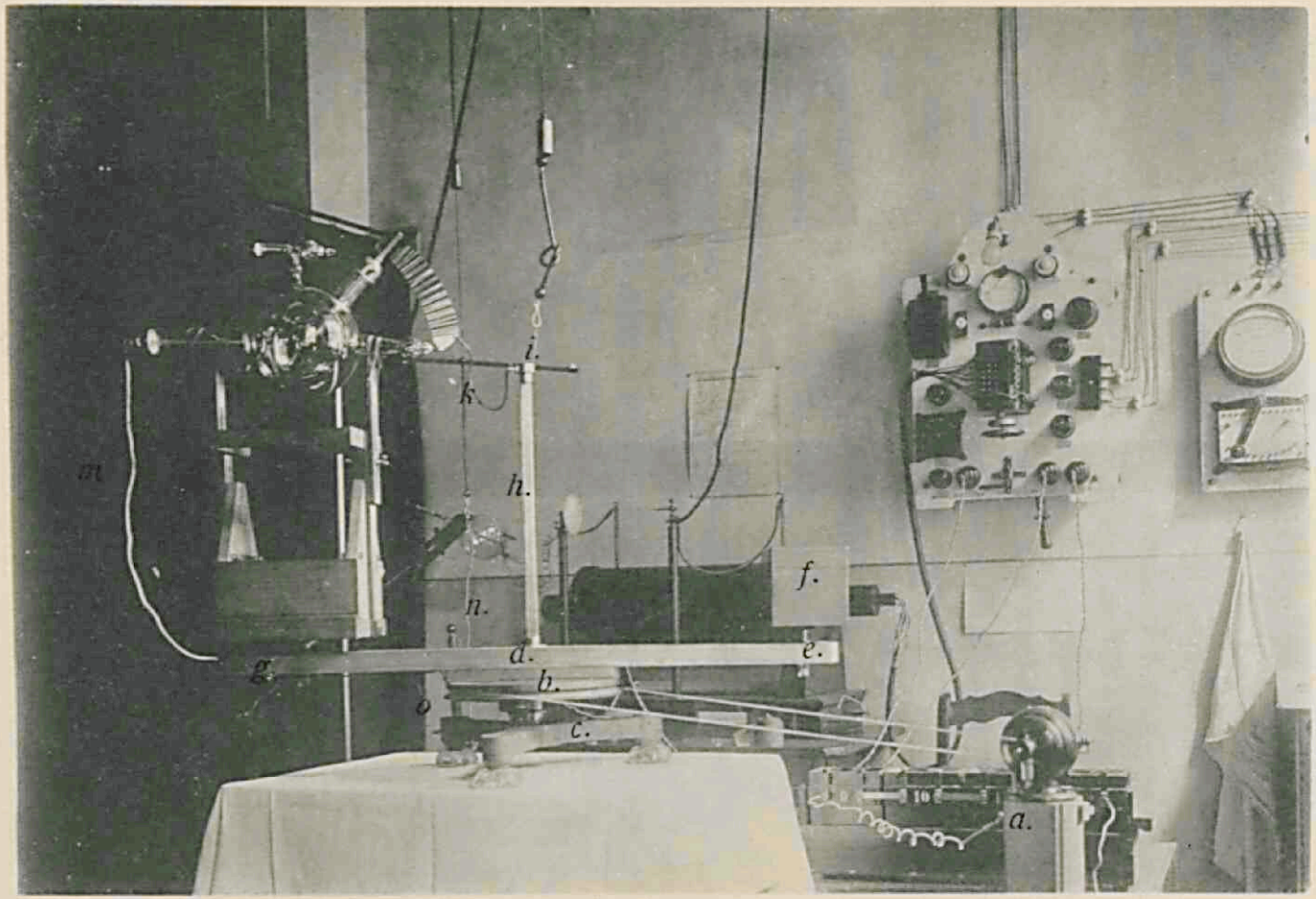
Hoe ik de centrifugaalkracht dienstbaar maakte aan ons vraagstuk, volgt uit de beschrijving van de fotografie der opstelling (zie fig. VI).

Het geheele complex van bak met kop, Röntgenplaat en -buis (soliede onderling vereenigd, zooals boven vóór de eerste proevenreeks beschreven werd), wordt ditmaal geplaatst op eenen dwarsbalk (*gde*). Over het grootste gedeelte der lengte van de beide armen (*gd* en *de*) van dezen balk verloopt een gleuf, waarin de bak door eene schroef (*g*) op verschillende afstanden van de as (*d*) vastgeklemd kan worden.

Door deze opstelling is het tevens mogelijk het toestel, dat den kop bevat in het horizontale vlak in elken willekeurigen hoek ten opzichte van den balk te bevestigen.

Aan het andere einde van den balk (*gde*) kan geheel op dezelfde wijze een kistje (*f*) worden vastgeklemd. Dit kistje werd door middel van zandzakjes steeds op hetzelfde gewicht gehouden als het toestel op het andere einde van den balk, waardoor schommelingen gedurende het draaien vermeden werden.

De afstand van dit kistje tot de as werd steeds gelijk



Phototypie Versluys & Scherjon, Utrecht.

FIGUUR VI.

gekozen aan den afstand van den bak met kop tot die as.

Als as van den balk fungeerde een rijwielas, waarmede een lichte, gelijkmatige, geruischlooze loop van 't toestel verzekerd werd.

Om deze as is een eikenhouten schijf gebouwd, waarin zich eene sleuf *b* bevindt, waarom een koord zonder einde geslagen is. Dit koord gaat verder over op 't wieletje van den motor *a*, waardoor deze motor het geheele toestel draaien kan. De snelheid van dit ronddraaien kan worden geregeld door 't inschakelen van meer of minder weerstand in den motor.

De snelheid, waarmede het toestel rondliep werd eerst bepaald, nadat eene constante snelheid ingetreden was. Hiertoe werd het aantal omwentelingen per seconde, met behulp van eenen chronometer, eenige malen achter elkander nauwkeurig opgenomen.

Teneinde voor dezelfde serie van opnamen steeds denzelfden omloopstijd gewaarborgd te hebben, maakte ik gebruik van een onderbrekingscontact, wanneer eenmaal, door middel van het inlasschen van weerstand, de gewenschte snelheid verkregen was.

Ik vind in de physiologie geen gegevens over de versnellingen, die een visch of een ander dier in vivo, al is het dan ook maar gedurende zeer korten tijd, kan ontwikkelen.

Ik moest hier dus een greep doen en heb eene versnelling gekozen, waarbij het toestel zonder stoornis rondliep en de centrifugaalkracht, die daarbij in actie komt, in grootte de helft van die der zwaartekracht overtreft. Bij een blik op de volgende tabellen zien we, dat deze successievelijk bedraagt 4.9 en 5.3 M. per sec.

Ten einde nu tijdens de draaiing den electrischen stroom

zonder onderbreking door de Röntgenbuis te voeren, werd de as, waarom het heele toestel draait naar boven verlengd met een glazen buis, die aan haar uiteinde een koperen schoteltje draagt. De as is aan haar benedeneinde bevestigd op een ijzeren drievoet, die door glazen pianobakjes geïsoleerd wordt van de tafel, waarop het toestel staat.

De richting van den stroom is nu als volgt. Hij komt bij *o* in den drievoet binnen, loopt via as, askogeltjes en naaf naar een hiermede verbonden omwonden draad die onder den balk door verloopt naar de Röntgenbuis.

De andere pool van den Ruhmkorff staat door een geleiddraad in verband met een metalen kettinkje, die in het bovengenoemde schoteltje op de glazen buis rust. Het schoteltje, dat bij de omwenteling van het toestel eveneens draait blijft in voortdurend contact met den ketting en door middel van den draad *k* met de andere pool van de buis, zoodat eene ononderbroken electrische geleiding is verzekerd.

Het toestel voldeed volkomen aan de vooraf gestelde theoretische eischen: de loop was regelmatig, geruischloos en hij vorderde weinig motorkracht. Op elk moment, gedurende het draaien, kon de Röntgenbuis worden verlicht en het licht was even constant als bij stilstand van de buis; nevensluiting of overspringen van vonken kwamen zelfs bij de hoogste electrische potentiaalverschillen niet voor.

Over de standen van den kop nog 't volgende.

Allereerst werd de kop in ruststand in buikligging doorgelicht.

Door draaiing van het toestel om de as *g* kon nu verder bij de opnamen tijdens de rotatie de stand van den haaienkop ten opzichte van de richting der centrifugaalkracht door ons willekeurig veranderd worden.

Ik koos daartoe de vier eenvoudigste richtingen en wel die, waarbij de inwerkende kracht denzelfden invloed zoude hebben, alsof het dier zwom:

a. recht vooruit, *c.* naar rechts,
b. recht achteruit, *d.* naar links.

De invloed, die ditmaal de centrifugaalkracht op de otolithen uitoefende, was dus van dezelfde orde als die bij onze eerste proevenreeks. De standen, hier gekozen, komen overeen met de daar beschrevene standen S. K. R. en L.

Noemen we den ruststand: *stand 1* en geven we vervolgens aan de andere liggingen van den kop ten opzichte van de draaiingsas, de namen *stand 2, 3, 4 en 5*, dan verstaan wij voortaan onder deze *standen:*

Stand: 1 = ruststand
„ 2 = *kopeinde van de as afgekeerd.* Hierbij heeft de centrifugaalkracht dezelfde richting als de kracht bij versnelling bij achterwaarts zwemmen
„ 3 = *kopeinde naar de as toegekeerd.* Hierbij is de richting der kracht omgekeerd als sub 2
„ 4 = *rechterzijde van de as afgekeerd*, terwijl het kopeinde bij het draaien voorgaat. Hierbij werkt op de otolithenmassa eene analoge kracht alsof het dier eene versnelling had naar links in eene richting loodrecht op de lengteas van het lichaam
„ 5 = *linkerzijde van de as afgekeerd.* Hierbij is de richting der kracht juist omgekeerd als sub 4.

HAAI VI.

MUSTELUS ♀.

Tijd van belichting 12 seconden met Wehnelt onderbreker.
6 omwentelingen in dezen tijd, zoodat G = 4.9⁵.
100 volt spanning.
12 ampères.
15 vonklengten.
Afstand buis-plaat 50 cM.
Buis Burger.

De niet doorgesneden kop werd in buikligging rondgedraaid.
Van den ruststand bij dezen kop is geen opname voorhanden.

Haai: VI. Stand: 2.

Het punt O bevindt zich na fixatie van de plaat:
op de horizontale lijn op: 29.4
op de vertikale lijn op: 82.7

I. *Breedte v/d linker* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 93.8.	Metingen 1 2 3 Gemidd. C' bevindt zich op 31.6 31.5 31 6 31.6 B' bevindt zich op 28 28 28 28 Verschil = 3.6.	$X_2 - X_1 = 3.6$ $X_1 = 2.2$ $X_2 = 1.4$
II. *Breedte v/d rechter* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 93.8.	Metingen 1 2 3 Gemidd. C bevindt zich op 7.5 7.5 7.5 7.5 B bevindt zich op 10.9 10 8 10.9 10.9 Verschil = 3.4.	$X_2 - X_1 = 3.4$ $X_1 = 21.9$ $X_2 = 18.5$
III. *Hoogte v/d linker* otolithen in eene vertikale van uit D', waarbij D' zich bevindt op de vertikale lijn.	Metingen 1 2 3 Gemidd. F' bevindt zich op 98.2 98.2 98.2 98.2 E' bevindt zich op 91 2 91.3 91.2 91.2 Verschil = 7.	$Y_2 - Y_1 = 7$ $Y_1 = 15.5$ $Y_2 = 8 5$
IV. *Hoogte v/d rechter* otolithen in eene vertikale van uit D, waarbij D zich bevindt op: 10.6.	Metingen 1 2 3 Gemidd. F bevindt zich op 99.8 99.8 99.8 99.8 E bevindt zich op 93.2 93.2 93.2 93.2 Verschil = 6.6.	$Y_2 - Y_1 = 6 6$ $Y_1 = 10.5$ $Y_2 = 17.1$

Haai: VI. Stand: 3.

Het punt O bevindt zich na fixatie van de plaat:
op de horizontale lijn op: 30.5
op de vertikale lijn op: 79.5

I. *Breedte v/d linker* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 68.4.	Metingen 1 2 3 Gemidd. C' bevindt zich op 28.3 28.4 28.2 28.3 B' bevindt zich op 31.9 32 31.9 31.9 Verschil = 3.6.	$X_2 - X_1 = 3.6$ $X_1 = 2.2$ $X_1 = 1.4$
II. *Breedte v/d rechter* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 68.4.	Metingen 1 2 3 Gemidd. C bevindt zich op 52.4 52.5 52.4 52.4 B bevindt zich op 49.1 49 49 49 Verschil = 3.4.	$X_2 - X_1 = 3.4$ $X_1 = 21.9$ $X_2 = 18.5$
III. *Hoogte v/d linker* otolithen in eene vertikale van uit D', waarbij D' zich bevindt op de vertikale lijn.	Metingen 1 2 3 Gemidd. F' bevindt zich op 63.9 64 64 64 B' bevindt zich op 70.9 71 71 71 Verschil = 7.	$Y_2 - Y_1 = 7$ $Y_1 = 8.5$ $Y_2 = 15.5$
IV. *Hoogte v/d rechter* otolithen in eene vertikale van uit D, waarbij D zich bevindt op: 11.7.	Metingen 1 2 3 Gemidd. F bevindt zich op 62.3 62.4 62.3 62.3 E bevindt zich op 69 68.9 69.1 69 Verschil = 6.7.	$Y_2 - Y_1 = 6.7$ $Y_1 = 10.5$ $Y_2 = 17.2$

Haai: VI. Stand: 4.

Het punt O bevindt zich na fixatie van de plaat:
op de horizontale lijn op: 24.9
op de vertikale lijn op: 64.9

I. *Breedte v/d linker* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 76.	Metingen 1 2 3 Gemidd. C' bevindt zich op 27 27 27.1 27 B' bevindt zich op 23.5 23.5 23.5 23.5 Verschil = 3.5.	$X_2 - X_1 = 3.5$ $X_1 = 2.1$ $X_2 = 1.4$
II. *Breedte v/d rechter* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 76.	Metingen 1 2 3 Gemidd. C bevindt zich op 3 2.9 3 3 B bevindt zich op 6.4 6.4 6.4 6.4 Verschil = 3.4	$X_2 - X_1 = 3.4$ $X_1 = 21.9$ $X_2 = 18.5$
III. *Hoogte v/d linker* otolithen in eene vertikale van uit D', waarbij D' zich bevindt op de vertikale lijn.	Metingen 1 2 3 Gemidd. F' bevindt zich op 80.4 80.4 80.3 80.4 E' bevindt zich op 73.5 73.4 73.4 73.4 Verschil = 7.	$Y_2 - Y_1 = 7$ $Y_1 = 8.5$ $Y_2 = 15.5$
IV. *Hoogte v/d rechter* otolithen in eene vertikale van uit D, waarbij D zich bevindt op: 6.1.	Metingen 1 2 3 Gemidd. F bevindt zich op 81.9 82 82.1 82 E bevindt zich op 75.4 75.3 75.4 75.4 Verschil = 6.6.	$Y_2 - Y_1 = 6.6$ $Y_1 = 10.5$ $Y_2 = 17.1$

Haai: VI. Stand: 5.

Het punt O bevindt zich na fixatie van de plaat:
op de horizontale lijn op: 20.8
op de vertikale lijn op: 77.4

I. *Breedte v/d linker* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 88.5.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$X_2 - X_1 = 3.6$
	C′ bevindt zich op	23.1	22.9	23	23	$X_1 = 2.2$
	B′ bevindt zich op	19.4	19.4	19.4	19.4	$X_2 = 1.4$
	Verschil = 3.6.					
II. *Breedte v/d rechter* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 88.5.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$X_2 - X_1 = 3.4$
	C bevindt zich op	—1.1	—1.1	—1.1	—1.1	$X_1 = 21.9$
	B bevindt zich op	2.4	2.3	2.3	2.3	$X_2 = 18.5$
	Verschil = 3.4.					
III. *Hoogte v/d linker* otolithen in eene vertikale van uit D′, waarbij D′ zich bevindt op de vertikale lijn.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$Y_2 - Y_1 = 7$
	F′ bevindt zich op	92.9	92.9	92.9	92.9	$Y_1 = 8.5$
	E′ bevindt zich op	86.	85.9	85.9	85.9	$Y_2 = 15.5$
	Verschil = 7.					
IV. *Hoogte v/d rechter* otolithen in eene vertikale van uit D, waarbij D zich bevindt op: 2.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$Y_2 - Y_1 = 6.6$
	F bevindt zich op	94.4	94.6	94.5	94.5	$Y_1 = 10.5$
	E bevindt zich op	87.9	88	87.9	87.9	$Y_2 = 17.1$
	Verschil = 6.6.					

Haai: VI draaiproef.

Standen:		1.	2.	3.	4.	5.		Gemiddelde stand.	Grootste gemiddelde afwijking.	Grootste afwijking.	Volgorde.
Y =	X_1		21.9	21.9	21.9	21.9		21.9	0	0	getal (2345).
Rechter otolithen	X_2		18.5	18.5	18.5	18.5		18.5	0	0	getal (2345).
breedte	$X_2 - X_1$		3.4	3.4	3.4	3.4		3.4	0	0	getal (2345).
	X_1		— 2.2	— 2.2	— 2.1	— 2.2		— 2.2	0.1	0.1	getal (235)4.
Linker otolithen	X_2		1.4	1.4	1.4	1.4		1.4	0	0	getal (2345).
breedte	$X_2 - X_1$	ontbreekt.	3.6	3.6	3.5	3.6		3.6	0.1	0.1	getal (235)4.
X =	Y_1		10.5	10.5	10.5	10.5		10.5	0	0	getal (2345).
Rechter otolithen	Y_2		17.1	17.2	17.1	17.1		17.1	0.1	0.1	getal 3(245).
lengte	$Y_2 - Y_1$		6.6	6.7	6 6	6.6		6.6	0.1	0.1	getal 3(245).
	Y_1		8.5	8.5	8.5	8.5		8.5	0	0	getal (2345).
Linker otolithen	Y_2		15.5	15.5	15.5	15.5		15.5	0	0	getal (2345).
lengte	$Y_2 - Y_1$		7	7	7	7		7	0	0	getal (2345).

HAAI VII.

ACANTHIAS ♂.

Tijd van belichting 16 seconden met Wehnelt onderbreker.
8 omwentelingen in 16 seconden, zoodat G = 4,9⁵.
100 volt spanning.
12 ampères.
15 vonklengten.
Afstand buis-plaat 50 cM.

De niet doorgesneden kop werd in buikligging rondgedraaid.

Haai: VII. Stand: 1.

Het punt O bevindt zich na fixatie van de plaat:
op de horizontale lijn op: 29.3
op de vertikale lijn op: 95.5

I. *Breedte v/d linker* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 71.5.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$X_2 - X_1 = 5$
	C′ bevindt zich op	25.3	25.4	25.3	25.3	$X_1 = -1$
	B′ bevindt zich op	30.2	30.4	30.3	30.3	$X_2 = 4$
	Verschil = 5.					
II. *Breedte v/d rechter* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 71.5.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$X_2 - X_1 = 4.1$
	C bevindt zich op	49.6	49.4	49.6	49.5	$X_1 = 16.1$
	B bevindt zich op	45.4	45.3	45.4	45.4	$X_2 = 20.2$
	Verschil = 4.1.					
III. *Hoogte v/d linker* otolithen in eene vertikale van uit D′, waarbij D′ zich bevindt op de vertikale lijn.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$Y_2 - Y_1 = 6.5$
	F′ bevindt zich op	66.5	66.6	66.5	66.5	$Y_1 = 22.5$
	E′ bevindt zich op	73	73	73	73	$Y_2 = 29$
	Verschil = 6.5.					
IV. *Hoogte v/d rechter* otolithen in eene vertikale van uit D, waarbij D zich bevindt op: 46.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$Y_2 - Y_1 = 6.8$
	F bevindt zich op	65.5	65.6	65.5	65.5	$Y_1 = 23.2$
	E bevindt zich op	72.3	72.4	72.3	72.3	$Y_2 = 30$
	Verschil = 6.8.					

Haai: VII. Stand: 2.

Het punt O bevindt zich na fixatie van de plaat:
op de horizontale lijn op: 30.4
op de vertikale lijn op: 92.3

I. *Breedte v/d linker* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 68.3.	Metingen 1 2 3 Gemidd. C' bevindt zich op 26.5 26.4 26.4 26.4 B' bevindt zich op 31.5 31.4 31.4 31.4 Verschil = 5.	$X_2 - X_1 = 5$ $X_1 = -1$ $X_2 = 4$
II. *Breedte v/d rechter* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 68.3.	Metingen 1 2 3 Gemidd. B bevindt zich op 50.7 50.5 50.7 50.6 C bevindt zich op 46.6 46.5 46.6 46.6 Verschil = 4.	$X_2 - X_1 = 4$ $X_1 = 16.2$ $X_2 = 20.2$
III. *Hoogte v/d linker* otolithen in eene vertikale van uit D', waarbij D' zich bevindt op vertikale lijn.	Metingen 1 2 3 Gemidd. F' bevindt zich op 63.3 63.2 63.3 63.3 E' bevindt zich op 69.7 69.9 69.8 69.8 Verschil = 6.5.	$Y_2 - Y_1 = 6.5$ $Y_1 = 22.5$ $Y_2 = 29$
IV. *Hoogte v/d rechter* otolithen in eene vertikale van uit D, waarbij D zich bevindt op: 47.1.	Metingen 1 2 3 Gemidd. F bevindt zich op 62.4 62.3 62.3 62.3 E bevindt zich op 69.1 69 69.1 69.1 Verschil = 6.8.	$Y_2 - Y_1 = 6.8$ $Y_1 = 23.2$ $Y_2 = 30$

Haai: VII. Stand: 3.

Het punt O bevindt zich na fixatie van de plaat:
op de horizontale lijn op: 25.
op de vertikale lijn op: 93.6

I. *Breedte v/d linker* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 69.6.	Metingen 1 2 3 Gemidd. C' bevindt zich op 20.9 21 21 21 B' bevindt zich op 25.9 26.1 26 26 Verschil = 5.	$X_2 - X_1 = 5$ $X_1 = -1$ $X_2 = 4$
II. *Breedte v/d rechter* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 69.6.	Metingen 1 2 3 Gemidd. C bevindt zich op 45.4 45.3 45.4 45.4 B bevindt zich op 41.2 41.2 41.2 41.2 Verschil = 4.2.	$X_2 - X_1 = 4.2$ $X_1 = 16.2$ $X_2 = 20.4$
III. *Hoogte v/d linker* otolithen in eene vertikale van uit D', waarbij D' zich bevindt op vertikale lijn.	Metingen 1 2 3 Gemidd. F' bevindt zich op 64.6 64.6 64.6 64.6 E' bevindt zich op 71 71.2 71.1 71.1 Verschil = 6.5.	$Y_2 - Y_1 = 6.5$ $Y_1 = 22.5$ $Y_2 = 29$
IV. *Hoogte v/d rechter* otolithen in eene vertikale van uit D, waarbij D zich bevindt op: 41.7.	Metingen 1 2 3 Gemidd. F bevindt zich op 63.5 63.6 63.6 63.6 E bevindt zich op 70.4 70.3 70.4 70.4 Verschil = 6.8.	$Y_2 - Y_1 = 6.8$ $Y_1 = 23.2$ $Y_2 = 30.$

Haai: VII. Stand: 4.

Het punt O bevindt zich na fixatie van de plaat:
op de horizontale lijn op: 19.1
op de vertikale lijn op: 95.1

I. *Breedte v/d linker* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 71.1.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$X_2 - X_1 = 5$
	C' bevindt zich op	15.1	15 1	15.1	15.1	$X_1 = -1$
	B' bevindt zich op	20.2	20.1	20.1	20.1	$X_2 = 4$
	Verschil = 5.					
II. *Breedte v/d rechter* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 71.1.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$X_2 - X_1 = 4.2$
	C bevindt zich op	39.5	39.4	39.3	39.4	$X_1 = 20.3$
	B bevindt zich op	35.3	35.2	35.2	35 2	$X_2 = 16.1$
	Verschil = 4.2.					
III. *Hoogte v/d linker* otolithen in eene vertikale van uit D', waarbij D' zich bevindt op de vertikale lijn.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$Y_2 - Y_1 = 6.4$
	F' bevindt zich op	66.1	65.9	66.1	66	$Y_1 = 22.7$
	E' bevindt zich op	72.4	72.4	72.4	72.4	$Y_2 = 29.1$
	Verschil = 6.4.					
IV. *Hoogte v/d rechter* otolithen in eene vertikale van uit D, waarbij D zich bevindt op: 35.8.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$Y_2 - Y_1 = 6.7$
	F bevindt zich op	65.1	65.1	65.1	65.1	$Y_1 = 23.3$
	E bevindt zich op	71.7	71.8	71.8	71.8	$Y_2 = 30$
	Verschil = 6.7.					

Haai: VII. Stand: 5.

Het punt O bevindt zich na fixatie van de plaat:
op de horizontale lijn op: 21.6
op de vertikale lijn op: 94.2

I. *Breedte v/d linker* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 70.2.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$X_2 - X_1 = 5$
	C' bevindt zich op	17.6	17.6	17.6	17.6	$X_1 = -1$
	B' bevindt zich op	22.7	22.6	22.6	22.6	$X_2 = 4$
	Verschil = 5.					
II. *Breedte v/d rechter* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 70.2.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$X_2 - X_1 = 4.2$
	C bevindt zich op	41.8	41.8	41.8	41.8	$X_1 = 16$
	B bevindt zich op	37.5	37.7	37.6	37.6	$X_2 = 20.2$
	Verschil = 4.2.					
III. *Hoogte v/d linker* otolithen in eene vertikale van uit D', waarbij D' zich bevindt op de vertikale lijn.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$Y_2 - Y_1 = 6.6$
	F' bevindt zich op	65.3	65.2	65.2	65.2	$Y_1 = 22.4$
	E' bevindt zich op	71.9	71.7	71.8	71.8	$Y_2 = 29$
	Verschil = 6.6.					
IV. *Hoogte v/d rechter* otolithen in eene vertikale van uit D, waarbij D zich bevindt op: 38.3.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$Y_2 - Y_1 = 6.8$
	F bevindt zich op	64.4	64	64.1	64.2	$Y_1 = 23.2$
	E bevindt zich op	71	71.1	71	71	$Y_2 = 30$
	Verschil = 6.8.					

Haai: VII draaiproeven.

Standen:		1.	2.	3.	4.	5.		Gemiddelde stand.	Grootste gemiddelde afwijking.	Grootste afwijking.	Volgorde.
Rechter otolithen breedte	X_1	16.1	16.2	16.2	16.1	16		16.1	0.1	0.2	getal (23)(14)5.
	X_2	20.2	20.2	20.4	20.3	20.2		20.3	0.2	0.2	getal 34(125).
	$X_2 - X_1$	4.1	4	4.2	4.2	4.2		4.1	0.1	0.2	getal (345)12.
Linker otolithen breedte	X_1	— 1	— 1	— 1	— 1	— 1		— 1	0	0	getal (12345).
	X_2	4	4	4	4	4		4	0	0	getal (12345).
	$X_2 - X_1$	5	5	5	5	5		5	0	0	getal (12345).
Rechter otolithen lengte	Y_1	23.2	23.2	23.2	23.3	23.2		23.2	0.1	0.1	getal 5(1234).
	Y_2	30	30	30	30	30		30	0	0	getal (12345).
	$Y_2 - Y_1$	6.8	6.8	6.8	6.7	6.8		6.8	0.1	0.1	getal (1235)4.
Linker otolithen lengte	Y_1	22.5	22.5	22.5	22.7	22.4		22.5	0.2	0.3	getal 4(123)5.
	Y_2	29	29	29	29.1	29		29	0.1	0.1	getal 4(1235).
	$Y_2 - Y_1$	6.5	6.5	6.5	6.4	6.6		6.5	0.1	0.2	getal 5(123)4.

HAAI VIII.

ACANTHIAS ♂.

Tijd van belichting 16 seconden. Wehnelt onderbreker.
8 omwentelingen in dezen tijd, zoodat $G = 4.9^5$.
100 volt spanning.
12 ampères.
15 vonklengten.
Afstand buis-plaat 50 cM.
Buis Burger.

De niet doorgesneden kop werd in buikligging rondgedraaid.

Haai: VIII. Stand: 1.

Het punt O bevindt zich na fixatie van de plaat:
op de horizontale lijn op: 17
op de vertikale lijn op: 96.6

I. *Breedte v/d linker* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 69.3.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$X_2 - X_1 = 4.8$
	C′ bevindt zich op	0.6	0.7	0.6	0.6	$X_1 = 11.6$
	B′ bevindt zich op	5.4	5.3	5.4	5.4	$X_2 = 16.4$
	Verschil = 4 8.					
II. *Breedte v/d rechter* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 69.3.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$X_2 - X_1 = 4$
	C bevindt zich op	21.2	21.2	21.2	21.2	$X_1 = 0.2$
	B bevindt zich op	17.2	17.2	17.2	17.2	$X_2 = 4.2$
	Verschil = 4.					
III. *Hoogte v/d linker* otolithen in eene vertikale van uit D′, waarbij D′ zich bevindt op: 3.6.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$Y_2 - Y_1 = 6.8$
	F′ bevindt zich op	65.6	65.5	65.5	65.5	$Y_1 = 24.3$
	E′ bevindt zich op	72.3	72.3	72.3	72.3	$Y_2 = 31.1$
	Verschil = 6.8.					
IV. *Hoogte v/d rechter* otolithen in eene vertikale van uit D, waarbij D zich bevindt op: 19.5.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$Y_2 - Y_1 = 6$
	F bevindt zich op	65.9	66	65.9	65.9	$Y_1 = 24.7$
	E bevindt zich op	71.9	71.8	71.9	71.9	$Y_2 = 30.7$
	Verschil = 6.					

Haai: VIII. Stand: 2.

Het punt O bevindt zich na fixatie van de plaat:
op de horizontale lijn op: 27.3
op de vertikale lijn op: 93.4

I. *Breedte v/d linker* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 66.1.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$X_2 - X_1 = 4.8$
	C' bevindt zich op	10.8	10.9	10.9	10.9	$X_1 = 11.6$
	B' bevindt zich op	15.7	15.7	15.7	15.7	$X_2 = 16.4$
	Verschil = 4.8.					
II. *Breedte v/d rechter* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 66.1.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$X_2 - X_1 = 3.9$
	C bevindt zich op	31.5	31.5	31.5	31.5	$X_1 = 0.3$
	B bevindt zich op	27.6	27.6	27.6	27.6	$X_2 = 4.2$
	Verschil = 3.9.					
III. *Hoogte v/d linker* otolithen in eene vertikale van uit D', waarbij D' zich bevindt op: 13.9.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$Y_2 - Y_1 = 6.9$
	F' bevindt zich op	62.2	62.3	62.2	62.2	$Y_1 = 24.3$
	E' bevindt zich op	69	69.1	69.1	69.1	$Y_2 = 31.2$
	Verschil = 6.9.					
IV. *Hoogte v/d rechter* otolithen in eene vertikale van uit D, waarbij D zich bevindt op: 29.8.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$Y_2 - Y_1 = 5.9$
	F bevindt zich op	62.9	62.8	62 8	62.8	$Y_1 = 24.7$
	E bevindt zich op	68.7	68.7	68.7	68 7	$Y_2 = 30.6$
	Verschil = 5.9.					

Haai: VIII. Stand: 3.

Het punt O bevindt zich na fixatie van de plaat:
op de horizontale lijn op: 30.2
op de verticale lijn op: 94.8

I *Breedte v/d linker* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 67.5.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$X_2 - X_1 = 4.8$
	C' bevindt zich op	46.7	46.6	46.7	46.7	$X_1 = 11.7$
	B' bevindt zich op	41.9	42	41.8	41.9	$X_2 = 16.5$
	Verschil = 4.8.					
II. *Breedte v/d rechter* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 67.5.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$X_2 - X_1 = 3.9$
	C bevindt zich op	25.9	26	26.2	26	$X_1 = 0.3$
	B bevindt zich op	29.9	29.9	29.9	29.9	$X_2 = 4.2$
	Verschil = 3.9					
III. *Hoogte v/d linker* otolithen in eene vertikale van uit D', waarbij D' zich bevindt op: 43.6.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$Y_2 - Y_1 = 6.9$
	F' bevindt zich op	63.6	63.7	63.7	63.7	$Y_1 = 24,2$
	E' bevindt zich op	70 7	70.6	70.6	70 6	$Y_2 = 31.1$
	Verschil = 6.9					
IV. *Hoogte v/d rechter* otolithen in eene vertikale van uit D, waarbij D zich bevindt op: 27.7.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	$Y_2 - Y_1 = 6$
	F bevindt zich op	64.1	64.1	64.1	64.1	$Y_1 = 24.7$
	E bevindt zich op	70.1	70.2	70.1	70.1	$Y_2 = 30.7$
	Verschil = 6.					

Haai: VIII. Stand: 4.

Het punt O bevindt zich na fixatie van de plaat:
op de horizontale lijn op: 17.
op de vertikale lijn op: 93.4

I. *Breedte v/d linker* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 66.1.	Metingen 1 2 3 Gemidd. C′ bevindt zich op 0.6 0.6 0.6 0.6 B′ bevindt zich op 5.3 5.4 5.4 5.4 Verschil = 4.8.	$X_2 - X_1 = 4.8$ $X_1 = 11.6$ $X_2 = 16.4$
II. *Breedte v/d rechter* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 66.1.	Metingen 1 2 3 Gemidd. C bevindt zich op 21.2 21.2 21.2 21.2 B bevindt zich op 17.3 17.3 17.3 17.3 Verschil = 3.9.	$X_2 - X_1 = 3.9$ $X_1 = 0.3$ $X_2 = 4.2$
III. *Hoogte v/d linker* otolithen in eene vertikale van uit D′, waarbij D′ zich bevindt op: 3.6.	Metingen 1 2 3 Gemidd. F′ bevindt zich op 62.4 62.3 62.3 62.3 E′ bevindt zich op 69.3 69.1 69.1 69.2 Verschil = 6.9.	$Y_2 - Y_1 = 6.9$ $Y_1 = 24.2$ $Y_2 = 31.1$
IV. *Hoogte v/d rechter* otolithen in eene vertikale van uit D, waarbij D zich bevindt op: 19.5.	Metingen 1 2 3 Gemidd. F bevindt zich op 62.8 62.8 62.8 62.8 E bevindt zich op 68.7 68.7 68.7 68 7 Verschil = 5.9.	$Y_2 - Y_1 = 5.9$ $Y_1 = 24.7$ $Y_2 = 30.6$

Haai: VIII. Stand: 5.

Het punt O bevindt zich na fixatie van de plaat:
op de horizontale lijn op: 27.3
op de vertikale lijn op: 90.8

I. *Breedte v/d linker* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 63.5.	Metingen 1 2 3 Gemidd. C′ bevindt zich op 11 10.9 10.9 10.9 B′ bevindt zich op 15.7 15.7 15.7 15.7 Verschil = 4.8.	$X_2 - X_1 = 4.8$ $X_1 = 11.6$ $X_2 = 16.4$
II. *Breedte v/d rechter* otolithen in eene horizontale van uit A, waarbij A zich bevindt op: 63.5.	Metingen 1 2 3 Gemidd. C bevindt zich op 31.4 31.6 31 5 31.5 B bevindt zich op 27.7 27.6 27.6 27.6 Verschil = 3.9.	$X_2 - X_1 = 3.9$ $X_1 = 0.3$ $X_2 = 4.2$
III. *Hoogte v/d linker* otolithen in eene vertikale van uit D′, waarbij D′ zich bevindt op: 13.9.	Metingen 1 2 3 Gemidd. F′ bevindt zich op 59.8 59.7 59.7 59.7 E′ bevindt zich op 66.6 66.6 66.6 66.6 Verschil = 6.9.	$Y_2 - Y_1 = 6.9$ $Y_1 = 24.2$ $Y_2 = 31.1$
IV. *Hoogte v/d rechter* otolithen in eene vertikale van uit D, waarbij D zich bevindt op: 29 8.	Metingen 1 2 3 Gemidd. F bevindt zich op 60.2 60.2 60.1 60.2 E bevindt zich op 66.1 66.1 66 1 66.1 Verschil = 5.9.	$Y_2 - Y_1 = 5.9$ $Y_1 = 24.7$ $Y_2 = 30.6$

H a a i: VIII draaiproeven.

Standen:		1.	2.	3.	4.	5.		Gemiddelde stand.	Grootste gemiddelde afwijking.	Grootste afwijking.	Volgorde.
Rechter otolithen breedte	X_1	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3		0.3	0.1	0.1	getal (2345)1.
	X_2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2		4.2	0	0	getal (12345).
	$X_2 - X_1$	4	3.9	3.9	3.9	3.9		3.9	0.1	0.1	getal (2345)1.
Linker otolithen breedte	X_1	11.6	11.6	11.7	11 6	11.6		11.6	0.1	0.1	getal 3(1245).
	X_2	16 4	16.4	16.5	16.4	16.4		16.4	0.1	0.1	getal 3(1245).
	$X_2 - X_1$	4.8	4.8	4.8	4 8	4.8		4.8	0	0	getal (12345).
Rechter otolithen lengte	Y_1	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7		24.7	0	0	getal (12345).
	Y_2	30.7	30.6	30.7	30.6	30.6		30.6	0.1	0.1	getal (13)(245).
	$Y_2 - Y_1$	6	5.9	6	5.9	5.9		5.9	0.1	0.1	getal (13)(245).
Linker otolithen lengte	Y_1	24.3	24.3	24.2	24.2	24.2		24.2	0.1	0.1	getal (12)(345).
	Y_2	31.1	31.2	31.1	31.1	31.1		31.1	0.1	0.1	getal 2(1345).
	$Y_2 - Y_1$	6.8	6 9	6.9	6 9	6.9		6.9	0.1	0.1	getal (3245)1.

Maken we nu wederom van deze serie proeven eene gemeenschappelijke lijst op dezelfde wijze als achter de eerste serie proeven volgde, dan krijgen we het volgende:

RECHTER OTOLITHEN.

	X_1.	X_2.	$X_2 - X_1$.	Y_1.	Y_2.	$Y_2 - Y_1$.
Haai VI.	2 3 4 5 3 4 5 2 4 5 2 3 5 2 3 4	2 3 4 5 3 4 5 2 4 5 2 3 5 2 3 4	2 3 4 5 3 4 5 2 4 5 2 3 5 2 3 4	2 3 4 5 3 4 5 2 4 5 2 3 5 2 3 4	3 2 4 5 4 5 2 5 2 4	3 2 4 5 4 5 2 5 2 4
Haai VII.	2 3 1 4 5 3 2 4 1	3 4 1 2 5 2 5 1 5 1 2	3 4 5 1 2 4 5 3 5 3 4	5 1 2 3 4 2 3 4 1 3 4 1 2 4 1 2 3	1 2 3 4 5 2 3 3 5 1 3 4 5 1 2 4 5 1 2 3 5 1 2 3 4	1 2 3 5 4 2 3 5 1 3 5 1 2 5 1 2 3
Haai VIII.	2 3 4 5 1 3 4 5 2 4 5 2 3 5 2 3 4	1 2 3 4 5 2 3 4 5 1 3 4 5 1 2 4 5 1 2 3 5 1 2 3 4	2 3 4 5 1 3 4 5 2 4 5 2 3 5 2 3 4	1 2 3 4 5 2 3 4 5 1 3 4 5 1 2 4 5 1 2 3 5 1 2 3 4	1 3 2 4 5 3 1 4 5 2 5 2 4	1 3 2 4 5 3 1 4 5 2 5 2 4

LINKER OTOLITHEN.

Haai VI.	2 3 5 4 3 5 2 5 2 3	2 3 4 5 3 4 5 2 4 5 2 3 5 2 3 4	2 3 5 4 3 5 2 5 2 3	2 3 4 5 3 4 5 2 4 5 2 3 5 2 3 4	2 3 4 5 3 4 5 2 4 5 2 3 5 2 3 4	2 3 4 5 3 4 5 2 4 5 2 3 5 2 3 4
Haai VII.	1 2 3 4 5 2 3 4 5 1 3 4 5 1 2 4 5 1 2 3 5 1 2 3 4	1 2 3 4 5 2 3 4 5 1 3 4 5 1 2 4 5 1 2 3 5 1 2 3 4	1 2 3 4 5 2 3 4 5 1 3 4 5 1 2 4 5 1 2 3 5 1 2 3 4	4 1 2 3 5 2 3 1 3 1 2	4 1 2 3 5 2 3 5 1 3 5 1 2 5 1 2 3	5 1 2 3 4 2 3 1 3 1 2
Haai VIII.	3 1 2 4 5 2 4 5 1 4 5 1 2 5 1 2 4	3 1 2 4 5 2 4 5 1 4 5 1 2 5 1 2 4	1 2 3 4 5 2 3 4 5 1 3 4 5 1 2 4 5 1 2 3 5 1 2 3 4	1 2 3 4 5 2 1 4 5 3 5 3 4	2 1 3 4 5 3 4 5 1 4 5 1 3 5 1 3 4	2 3 4 5 3 4 5 2 4 5 2 3 5 2 3 4

Vervolgens geef ik hier nog eenige tabellen van een doorgesneden haaienkop, gelijk ik ook bij de standsproeven deed. Daar een enkelen blik op deze weinige tabellen ons reeds voldoende orienteert, heb ik ze niet tot een eindtabel vereenigd.

HAAI IX.

ACANTHIAS ♂.

Tijd van belichting 16 seconden. Wehnelt onderbreker.
9 omwentelingen in dezen tijd, zoodat G = 5.3.
100 volt spanning.
12 ampères.
15 vonklengten.
Afstand buis-plaat 50 cM.
Buis Burger.

Linker kophelft, ingesmolten rustend op sneevlakte.

Stand I. Ruststand.
Stand II. Kop voor. Buik binnen.
Stand III. Staart voor. Rug binnen.
Stand IV. Rug voor. Kop binnen.
Stand V. Buik voor. Kop buiten.

Haai: IX. Stand: I.

Het kruispunt bevindt zich na fixatie van de plaat:
op de horizontale lijn op: 17.3
op de vertikale lijn op: 97.2

Utriculus-otolith. Voorste punt.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	Afstand tot:
	Horizontaal op	23.5	23.6	23.5	23.5	Verticale = 6.2
	Vertikaal op	68.6	68.5	68.5	68.5	Horizontale = 28.7
Sacculus-otolith. binnenhoek.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	Afstand tot:
	Horizontaal op	20.1	19.9	20.1	20	Vertikale = 2.7
	Vertikaal op	72.8	72.9	72.9	72.9	Horizontale = 24.3
Lagena-otolith. Achterste punt.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	Afstand tot:
	Horizontaal op	21.9	22 1	21.9	21.9	Vertikale = 4.6
	Vertikaal op	76	76.1	76.1	76.1	Horizontale = 21.1

Haai: IX. Stand: II.

Het kruispunt bevindt zich na fixatie van de plaat:
op de horizontale lijn op: 21.1
op de vertikale lijn op: 91.

Utriculus-otolith. Voorste punt.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	Afstand tot:
	Horizontaal op	27.4	27.4	27.4	27.4	Vertikale = 6.3
	Vertikaal op	62.3	62.3	62.3	62.3	Horizontale = 28.7
Sacculus-otolith. binnenhoek.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	Afstand tot:
	Horizontaal op	23.7	23.8	24	23.8	Vertikale = 2.7
	Vertikaal op	66.8	66.6	66.6	66.7	Horizontale = 24.3
Lagena-otolith. Achterste punt.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	Afstand tot:
	Horizontaal op	25.7	25.6	25.7	25.7	Vertikale = 4.6
	Vertikaal op	69.8	69.9	69.9	69.9	Horizontale = 21.1

Haai: IX. Stand: III.

Het kruispunt bevindt zich na fixatie van de plaat:
op de horizontale lijn op: 19.2
op de vertikale lijn op: 89.2

Utriculus-otolith. Voorste punt.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	Afstand tot:
	Horizontaal op	25.6	25.5	25.5	25.5	Vertikale = 6.3
	Vertikaal op	60.6	60.5	60.4	60.5	Horizontale = 28.7
Sacculus-otolith. binnenhoek.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	Afstand tot:
	Horizontaal op	22	21.9	21.9	21.9	Vertikale = 2.7
	Vertikaal op	65	64.8	64.8	64.9	Horizontale = 24.3
Lagena-otolith. Achterste punt.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	Afstand tot:
	Horizontaal op	23.6	23.8	23.7	23.7	Vertikale = 4.5
	Vertikaal op	68.1	68.1	68.1	68.1	Horizontale = 21.1

Haai: IX. Stand: IV.

Het kruispunt bevindt zich na fixatie van de plaat:
op de horizontale lijn op: 25.6
op de vertikale lijn op: 97.3

Utriculus-otolith. Voorste punt.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	Afstand tot:
	Horizontaal op	31.8	31.9	31.9	31.9	Vertikale = 6.3
	Vertikaal op	68.7	68.7	68.7	68.7	Horizontale = 28.6
Sacculus-otolith. binnenhoek.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	Afstand tot:
	Horizontaal op	28.2	28.3	28.3	28.3	Vertikale = 2.7
	Vertikaal op	72.9	72.9	72.9	72.9	Horizontale = 24.4
Lagena-otolith. Achterste punt.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	Afstand tot:
	Horizontaal op	30.1	30.2	30.1	30.1	Vertikale = 4.5
	Vertikaal op	76.2	76.1	76.2	76.2	Horizontale = 21.1

Haai: IX. Stand: V.

Het kruispunt bevindt zich na fixatie van de plaat:
op de horizontale lijn op: 27.
op de vertikale lijn op: 91.9

Utriculus-otolith. Voorste punt.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	Afstand tot:
	C' bevindt zich op	33.4	33.2	33.3	33.3	Vertikale = 6.3
	B' bevindt zich op	63.2	63.1	63.2	63.2	Horizontale = 28.7
Sacculus-otolith. binnenhoek	Metingen	1	2	3	Gemidd.	Afstand tot:
	C bevindt zich op	29.7	29.7	29.8	29.7	Vertikale = 2.7
	B bevindt zich op	67.7	67.5	67.6	67.6	Horizontale = 24.3
Lagena-otolith. Achterste punt.	Metingen	1	2	3	Gemidd.	Afstand tot:
	F' bevindt zich op	31.6	31.6	31.6	31.6	Vertikale = 4.6
	E' bevindt zich op	70.7	70.9	70 7	70.8	Horizontale = 21.1

HOOFDSTUK V.

Samenvatting en Gevolgtrekkingen.

Uit de historische, anatomische, morphologische en experimenteele gegevens, die ik achtereenvolgens in de vorige hoofdstukken heb neergelegd, wil ik nu datgene naar voren brengen, wat me tot de eindconclusie betreffende de otolithenfunctie gebracht heeft.

I. Historische gegevens.

De anatomische ligging van de otolithen heeft, in den tijd, waarin aan het inwendige oor eene uitsluitend acustische functie werd toegekend, de onderzoekers er toe geleid ook aan de otolithen in de physiologische acustiek eene rol toe te kennen (Huschke, Breschet, Chevalier, Lincke, Müller, Krieger, Hasse, Helmholtz, Wundt, Brückner, Hensen, Sagemehl).

In den loop der 19de eeuw echter werden de otolithen meegesleept in den stroom der statische theorieën. Breuer richt reeds verlangend den blik naar de otolithen, om ze voor enkele onverklaarbare punten in zijne labyrinthphysiologie aansprakelijk te stellen, maar wordt in den greep nog geremd door Mach, die eerst om bewijzen vraagt. Sewall is de

eerste, die experimenteele bewijsgronden zoekt voor de statische functie der otolithen, maar eerst DELAGE geeft doorslaande bewijzen hiervoor, terwijl STEINER weer twijfel wekt. Deze periode wordt gesloten door de eminente argumenten van ENGELMANN vóór eene statische functie der otolithen.

Te midden van dezen chaos van meeningen verschijnt de meesterlijk gevonden otolithentheorie van BREUER, eene hypothese, zóó vernuftig opgesteld, dat schier iedereen haar aanvaardt.

LOEB, VERWORN en KREIDL dragen in snelle opeenvolging hunne bewijzen voor eene statische otolithenfunctie aan.

De otolith verkrijgt reeds den naam van statolith.

KREIDL kan slechts met één onderdeel niet meegaan, voelt n.l. 't gemis van bewijs voor eene glijdrichting.

MARTHA BUNTING, BETHE, CLARK en LEE komen met nieuwe experimenten. EGGER poogt nog vast te houden aan den door PREYER voorgeslagen middelweg, dat de otolithen voor geluidsorientatie zouden dienen, maar meer en meer geraken deze onderzoekers in isolement, evenals HENSEN, die, in zijn volharden in de acustische functie, fel wordt bestreden door BREUER, al is zijne meening, welke op die van HELMHOLTZ steunt, dat n.l. de otolithen voor perceptie van gedruischen zouden dienen, door geen enkel experiment weerlegd.

Met DREYFUSS en ACH wordt al een deel van den totalen labyrinthtonus aan de otolithen afgestaan.

QUIX maant tot voorzichtigheid in het trekken van conclusies en vindt slechts verschil in intensiteit, niet in wezen, tusschen booggangs- en otolithenfunctie, maar wijst er nadrukkelijk op, dat van zuivere experimenten in vivo tot heden nog geen sprake is. Hierop wordt door KUBO, die dergelijke experimenten neemt als QUIX, minder acht geslagen. KUBO

verkrijgt resultaten, die geheel op BREUER's theorie kloppen, maar zijne wijze van experimenteeren kan slechts zijdelings de manier, waarop de normale otolithenprikkel werkt, helpen verklaren. Immers, waar hij kunstmatig de otolithen verschuift, wekt hij zeer zeker een drukverschil op, maar daarmede is nog niet bewezen, dat een aldus verkregen drukverschil in normale physiologische omstandigheden voorkomt.

Zelfstandige werken leveren nu nog MULDER, die de herkomst van den prikkel niet bewijst, slechts aanneemt, maar als eerste hem quantitatief onderzoekt en VON CYON, dien we van uit 't isolement, waarop we hem op bldz. 58 plaatsten, niet in deze beschouwingen behoeven in te leiden.

Uit den gemeenschappelijken arbeid van de bovengenoemde schrijvers is met zekerheid gebleken, dat de otolithen bij standsveranderingen van het hoofd (of van het lichaam) een rol spelen, die zich door bepaalde reflexen laat kennen. Otolithenprikkel, oogbewegingen en spiertonus staan stellig in een verband, dat zich langs reflectorischen weg verraadt.

Een rol van de otolithen bij progressiebewegingen laat zich denken, bewezen is ze echter niet. Men heeft ze er bij gehaald, omdat de waarneming der progressiebewegingen op geen enkele andere manier voldoende is verklaard.

Over de normale wijze, waarop de otolithen hunnen prikkel uitoefenen, staan nog weinig gegevens ter onzer beschikking.

II. ANATOMISCHE EN MORPHOLOGISCHE GEGEVENS.

In meerdere of mindere mate komt de bouw van de otolithenorganen bij lagere en hoogere dieren steeds hierin overeen, dat een specifiek zwaar lichaam rust op eenen borstel van haren.

Over eene meerdere of mindere verbinding van dat lichaam

met die haren is nog geen eenheid van opvatting verkregen, maar 't zij dat deze haren door de dekmenbraan heen loopen, 't zij dat ze deze slechts aanraken, in elk geval zal de membraan met den daarop rustenden otolith eenen druk op deze haren uitoefenen.

De maculae acusticae staan ('t zij dat er zes, 't zij dat er vier zijn) in drie vlakken, die onderling nagenoeg rechte hoeken vormen. De combinatie van drukverschillen, die bij verschillende standen in deze maculae worden opgeroepen, zijn dus specifiek voor alle standen.

Is 't *noodig*, dat de otolith glijdt teneinde eenen prikkel op te wekken?

Neen.

Is 't *waarschijnlijk?*

BREUER meent van wel en steunt daarbij op de bevinding, dat in elken otolith eene gleuf voorkomt. Op welke wijze hij tot deze opvatting komt wordt op bldz. 24 besproken.

Waar hij zoo den nadruk legt op de sleuf in den otolith, heb ik aanleiding gevonden nadere morphologische gegevens over otolithen uit de litteratuur te verzamelen (Hoofdstuk II).

Kunnen we deze gegevens bij beenvisschen, waarbij de morphologie der otolithen nauwkeurig bekend is, nu ook in overeenstemming brengen met de glijdtheorie van BREUER?

Aanvankelijk zou men hierop een bevestigend antwoord willen geven, omdat ook hier een sulcus wordt gevonden. Maar welke instrumentmaker zal iets, wat hij als slee bedoelt, zóó van inknijpingen en bobbels voorzien, dat van glijden geen sprake meer kan zijn?

Diende de gleuf als glijdrichting voor den otolith, dan is het zonder meer duidelijk, dat deze gleuf door de geheele vlakte zou moeten verloopen en de randen moet insnijden,

althans niet met stijlen rand moet eindigen en dat bovendien de zijwanden en bodem volkomen glad moeten zijn.

Nu is gebleken, dat de gleuf bij vele soorten niet doorloopt, zoodat men eigenlijk van eene indeuking moet spreken, welke voor glijdapparaat ten eenen male ongeschikt is. Bovendien zijn deze indeuking en de randen vaak zeer oneffen, waardoor de gleuf veeleer imponeert als een vormsel tot meerdere fixatie van den otolith.

Is 't bovendien, bij wat we van den groei van den otolith weten, niet veel meer aannemelijk, dat de vorming van eene gleuf te danken is aan het in 't spel zijn van verschillenden weerstand, waardoor zich de nieuwe massa door appositie aan de vrije zijde, waar geen belemmering is, veel gemakkelijker afzet, dan aan de zijde, die naar de macula ziet?

III. Experimenten.

Gaarne had ik in mijn onderzoek eene plaats geruimd aan een onderzoek naar de chemische samenstelling der endolymphe van Acanthias vulgaris, maar het materiaal, dat mij ten dienste stond, was te beperkt, dan dat ik dit voornemen kon verwezenlijken.

Ik heb mij dus moeten beperken tot hetzelfde, waartoe zich Kubo bij zijne levende proefdieren bepaalde, n.l. tot een onderzoek over den physischen toestand van de endolymphe, zooals die bij opening van de endolymphatische ruimte zich voordeed, nadat de perilymphe was weggestroomd of weggezogen.

Deze bewerking laat zich, na eenige oefening, bij Acanthias gemakkelijk uitvoeren. De kleine openingetjes van den ductus endolymphaticus zijn ons een gemakkelijk baken om de bij Quix aangegeven operatie uit te voeren.

Werd nu in den sacculus een capillaire glazen pipet gestoken, dan steeg de endolymphe er gemakkelijk in op. Ze vertoonde geen troebelingen en was vloeibaar, werd echter bij staan aan de lucht taaier, visqueus, zonder werkelijk te stollen.

Waar 't me gelukte één of meer otolithen ongeschonden uit het labyrinth te voorschijn te brengen, kwam de vorm van deze(n) geheel overeen met de schaduw op de Röntgenplaat. Het bleek me uit dit onderzoek, dat bij den kort gedooden en goed geconserveerden haaienkop de physische toestand der endolymphe niet in dien aard veranderd is, dat eene in vivo mogelijke verschuiving nu niet meer mogelijk zou zijn.

Tevens werd ik bij dit onderzoek meer en meer doordrongen van den grooten omvang der verwoestingen, die bij bet openen van het labyrinth, zooals in de meeste physiologische experimenten geschiedt, voorkomen.

Wat geschiedt toch?

De huid wordt teruggeslagen, 't kraakbeen aangesneden en de halfcirkelvormige kanalen verliezen hunne fixatie; de perilymphe vloeit af, het vliezige labyrinth is geopend, de spanning van zijn wand verslapt, zijn vorm verandert. De endolymphe stroomt over de wond of spoelt weg.

In dit verwonde orgaan worden nu met eene wattenprop verschuivingen der grootendeels verscholen liggende otolithen bewerkstelligd. Wie zal hier den invloed van al die enorme en abnormale prikkels op een zoo fijn en teer bewerktuigd orgaan uit elkaar houden.

IV. Conclusies uit eigen experimenten.

Alvorens de wijze te bespreken, waarop ik tot mijne conclusie gekomen ben, komt 't mij gewenscht voor eerst in

't kort den invloed aan te geven van de onnauwkeurigheden, die zich bij elke meting in het algemeen en in 't bijzonder bij die op eene fotografische plaat voordoen.

De meting met den nonius kon uit den aard der zaak zelve tot op slechts 0.1 mM. nauwkeurig zijn. Waren derhalve overigens geen bronnen van fouten aanwezig, dan zou de grootste afwijking tusschen twee gevonden waarden reeds 0.1 mM. kunnen bedragen, ook dan, wanneer absoluut geen verandering in de ligging der otolithen plaats had. Teneinde de waarnemingsfouten zoo gering mogelijk te maken zijn drie bepalingen genomen, waarvan dan het gemiddelde als eindcijfer werd opgeteekend.

Het instellen op eene fotografische plaat is eene zaak, die veel oefening vereischt. Hoe langer men hiermede bezig is, hoe nauwkeuriger waarnemingen men doet. Dit kan blijken bij mijn tabellenreeksen. Bij kop I loopen de getallen betrekkelijk wijd uit elkaar en menig lezer zou daardoor den indruk krijgen, dat mijne methode van onderzoek te grof is geweest om dergelijke kleine verschuivingen, als hier in het spel zouden kunnen zijn, te doen aan den dag komen.

Hoe verder men in de tabellenreeksen komt, hoe kleiner de verschillen worden en wel zoodanig, dat in de laatste tabellenreeksen haast constante verhoudingen gevonden worden.

Ik schrijf dit voornamelijk toe aan de oefening, die ik langzamerhand verkregen heb in het meten van de fotografische afbeeldingen.

Aan de onnauwkeurigheden van de meting in 't algemeen voegen zich nu verschillende andere, die eigen zijn aan de metingen aan een fotografisch beeld. De scherpte der contouren van zulk een beeld zijn immers in 't algemeen afhankelijk van:

1e belichtingstijd en belichtingsintensiteit;

2e samenstelling van de plaat.

3e wijze en duur der ontwikkeling.

Ad 1e. De tijd werd bij dezelfde serie van opnamen tot op eene seconde constant gehouden. Hierin zal derhalve weinig onnauwkeurigheid zijn binnengeslopen. Om den invloed van den tijd nog verder na te gaan, hebben we voor denzelfden stand opnamen gedaan met verschillende tijden, zooals bij Haaienkop III (bldz. 99) is aangegeven. Bij eene vergelijking van de betreffende standen B_1 en B_8 van dezen kop, zien we dat dit tijdsverschil geen enkel type van verandering (algemeen kleiner of grooter worden van het beeld) aangeeft, terwijl de getallen daar ook niet meer uit elkaar loopen, dan wanneer de tijd tot op eene seconde constant gehouden werd.

Over den invioed van intensiteit en tijd van inwerking van het Röntgenlicht kunnen ons enkele bepalingen, die in de tabellen van kop V (blz. 110) zijn neergelegd een antwoord geven. Ik trachtte hier het zwakker worden van de buis te compenseeren door langeren belichtingstijd. Ook hier blijkt, dat hetzelfde atypische verloop van de fouten niet veranderd wordt en de getallen niet meer of minder verschillen, dan die, waarbij de intensiteit constant gehouden werd.

Wij kunnen derhalve besluiten, dat die wijzigingen, die kunnen ingeslopen zijn door schommelingen in de intensiteit van het Röntgenlicht, die wij niet in onze hand hadden, op de resultaten geen invloed hadden.

Het bleek ons later, dat groote potentiaalverschillen en korte belichtingstijd, zooals in de laatste reeks proeven gebruikt werden, de helderste contouren geven.

Ad 2e: Hebben de voorafgaande factoren weinig invloed gehad op de verschillen, bij ons onderzoek gevonden, heel

anders moet het geweest zijn met deze en die, welke we sub 3e zullen bespreken.

Allereerst dan de plaat. Steeds werd dezelfde soort plaat van dezelfde fabriek gebezigd. Nu is het in de fotografie algemeen bekend, dat zelfs tusschen platen van dezelfde doos aanmerkelijke verschillen kunnen voorkomen, die van grooten invloed zijn op de helderheid van het beeld. Dit kwam ook in mijnen arbeid voor den dag. Ziet men de verschillende platen van dezelfde serie door, dan blijken dikwijls groote verschillen van helderheid te bestaan, niettegenstaande de overige factoren zooveel mogelijk constant gehouden werden. Zijn de contouren van de otoliten niet scherp, dan wordt het instellen op eene bepaalde grens zeer moeilijk.

Ad. 3e. Het is meer dan bekend, dat men, om een helder beeld te krijgen, moet vertrouwen op de ervaring van den fotograaf. De eene plaat vorderde ook bij mijn proeven een heel anderen ontwikkelingsduur dan de andere. Daar dit alles moet beoordeeld worden in eene donkere kamer, spreekt het wel van zelf, dat ook hierin weer eene bron van onnauwkeurigheden is opgesloten, die nu eenmaal niet te ontgaan is.

De drie bovengenoemde invloeden te samen genomen kunnen aan het resultaat eene zekere mate van onnauwkeurigheid verleenen.

Deze kan echter eene nog even zichtbare voortschuiving der otolithen niet bedekken, indien deze verschuiving nog meetbaar is met onze inrichting. Ik neem derhalve aan, dat de veronderstelde verplaatsingen minstens 0.1 mM. bedragen. Hierop kom ik echter later terug.

In eene enkele serie zou een dergelijke verschuivingsinvloed kunnen bedekt worden door de waarnemingsfouten; neemt men echter een aantal series, dan zal de invloed der verschui-

ving aan den dag moeten komen, wijl de fouten in de waarneming nu eens positief, dan weer negatief zijn.

De eindconclusie kan ik dus eerst trekken uit de vergelijking van de resultaten van alle koppen te samen.

Om het resultaat in overzichtelijken vorm te verkrijgen, heb ik twee methoden gevolgd.

De eerste is in mijne tabellen achter elken kop in de kolom „volgorde" neergelegd. In deze kolom is, voor elk der coördinaten zoowel eene volgorde letters als cijfers, kenmerkend voor de verschillende standen, aangegeven en wel in volgorde der grootte van de gevonden waarden. Hoe groot de waarden uit elkaar kunnen loopen, kan blijken uit de voorafgaande kolommen, waarin de grootste afwijking en de grootste gemiddelde afwijking worden aangegeven.

De standen, waarbij de afwijking dezelfde grootte heeft, zijn tusschen haakjes geplaatst.

a. Waren er absoluut geen verschuivingen en waren er absoluut geen fouten in de waarneming, dan zou het geheele getal tusschen haakjes moeten staan, hetgeen hoe langer hoe meer het geval wordt, indien men verder komt in de serie waarnemingen, waarin, zooals boven reeds werd gezegd, de waarnemingsfouten steeds minder werden.

Er zijn nu nog drie andere mogelijkheden.

b. Otolithenverschuivingen zonder waarnemingsfouten.

c. Otolithenverschuivingen en waarnemingsfouten.

d. Geen otolithenverschuivingen, maar wel waarnemingsfouten.

Welke van deze drie mogelijkheden de werkelijkheid is, moet voor den dag komen, indien we de verschillende kolommen „volgorde" voor elken haaienkop in eene gemeenschappelijke tabel vereenigen, zooals dit voor de eerste proevenreeks op

pag. 116 en 117 en over de tweede op pag. 140 is geschied.

Deze tabellen zijn aangegeven met de cijfers, aangezien hieruit resulteert een getal, dat meer spreekt dan de letterreeks, waaruit geen bepaald woord te herkennen is.

Die standen, waarin de gevonden verschillen gelijke waarde hebben, zijn in dezelfde horizontale kolom onder elkander geplaatst. Waren er nu geen waarnemingsfouten, doch alleen otolithen-verschuivingen, dan zou in de vertikale kolommen steeds hetzelfde getal moeten terugkeeren. Daar hiervan niets blijkt, kunnen we deze mogelijkheid verwerpen.

Waren er otolithenverschuivingen plus waarnemingsfouten, dan zouden, hoewel in de vertikale kolommen de getallen nog dikwijls zouden verschillen, toch de verschillende cijfers in vertikale richting herhaaldelijk dezelfde moeten zijn. Daar ook hiervan niets blijkt, kunnen we ook deze mogelijkheid uitsluiten.

De vierde mogelijkheid is hier de werkelijkheid, nl. we hebben te doen met waarnemingsfouten zonder otolithenverschuiving, aangezien noch in de getallen, noch in de volgorde der cijfers in vertikale richting iets typisch voor den dag treedt.

Dit resultaat blijkt tevens uit de tweede methode van overzichtelijke voorstelling nl. met grafieken, die ik, om den omvang van mijn proefschrift niet te groot te maken, hier niet heb weergegeven.

In deze grafieken is de afwijking op de ordinaat en de stand van den kop op vaste punten in de abscis afgezet. Vereenigt men de toppen van de ordinaten, dan verkrijgt men eene curve, die, wanneer er alleen otolithenverschuivingen zonder waarnemingsfouten waren, voor alle haaienkoppen volkomen hetzelfde verloop zou vertoonen. Wanneer er behalve otolithenverschuivingen

nog waarnemingsfouten waren, zouden zij onderling eene overeenkomst vertoonen, terwijl ze geheel zonder type door elkaar verloopen, indien er slechts waarnemingsfouten in 't spel zijn.

Aangezien de grafiek nu òf kris en kras door elkaar verloopende curven te zien geeft, zooals bij de eerste koppen der eerste serie met groote waarnemingsfouten 't geval was, óf een, eene rechte lijn naderend, verloop vertoont, 't geen in de laatste proefnemingen en voor beide proevenreeksen bij den doorgesneden kop 't geval was, waar de metingen zooveel gemakkelijker waren (pag 118, pag. 120 en volgende in pag. 141 en volgende), meen ik met volkomen recht te kunnen besluiten: dat er geen otolithenverschuivingen in het spel zijn.

Ten slotte behoef ik dus nog slechts terug te komen op de veronderstelling, dat er eene otolithenverschuiving optreedt, die echter kleiner dan 0,1 m.M. of in 't geheel niet meetbaar is. Of er eene dergelijke verschuiving is, daarover kunnen mijne experimenten niet beslissen, doch eene zoo geringe verschuiving is van geen nut voor de glijdhypothese van BREUER.

Eene dergelijke minimale en niet meetbare verschuiving zou toch, in het verschuivingsmechanisme van BREUER, evenmin uit te sluiten zijn in andere richtingen dan de glijdrichting.

Daar juist eene specifieke glijdrichting het essentieele vormt van deze hypothese staat of valt hiermede de glijdhypothese.

Waarmede ik meen bewezen te hebben, dat de normale prikkel van het otolithenorgaan niet op verschuiving van de otolithen kan berusten.

Lijst der aangehaalde Litteratuur.

1. Ach. Ueber die Otolithenfrage und den Labyrinthtonus. — Pflügers Archiv Bnd 86. 1901.
2. Albert—Schönberg. Die Röntgentechnik. — Hamburg 1906.
3. Aubert. Physiologische Studieën über die Orientierung. Anhang: Purkinjes Bulletin von 1825. — Tübingen 1888.
4. Baginsky. Zur Physiologie der Bogengänge. — Du Bois Archiv 1885.
5. Bechterew. Acusticusdurchschneidung. — Pflügers Archiv Bnd 30. 1883.
6. Beer. Vergleichend physiologische Studieën zur Statocystenfunction. Gehörsinn und Gehörorgan der Crustaceën. — Pflügers Archiv 73. 1898.
7. Beer. Vergleichend physiologische Studieën zur Statocystenfunction. Versuche an Crustaceën. — Pflügers Archiv 74. 1899.
8. Bernstein. Ueber die specifische Energie des Hörnerven, die Wahrnemung binauraler (diotischer) Schwebungen und die Beziehungen der Hörfunction zur statischen Function des Ohrlabyrinths. — Pflügers Archiv 57. 1894.
9. Bethe. Ueber die Erhaltung des Gleichgewichts. — Biol. Centralblatt 14. p. 95 en p. 563. 1894.
10. Bethe. Die Locomotion des Haifisches und ihre Beziehungen zu den einzelnen Gehirntheilen und zum Labyrinth. — Pflügers Archiv 76. 1899.
11. Bickel. Ueber den Einfluss der Sensibelen Nerven und der Labyrinthe auf die Bewegungen der Thiere. — Pflügers Archiv 67. 1897.
12. Breschet. Etudes anatomiques et physiologiques sur l'organe de l'ouie et sur l'audition dans l'homme et les animaux vertebrés. — Paris 1833.
13. Breschet. Anatomiques et physiologiques sur l'organe de l'ouie des poissons. — Paris 1838.
14. Breuer. Ueber die Function der Bogengänge des Ohrlabyrinths. — Wiener med. Jahsbücher 1873 en 1874.
15. Breuer. Ueber die Function der Otolithenapparaten. — Pflügers Archiv Bnd 48. 1891.
16. Breuer. Studieen über den Vestibulairapparat. — Wiener Sitzungsber. Bnd 112 Abt III 1903.
17. Bruck. Ueber die Beziehungen der Taubstummheid zum sog. statischen Sinn. — Pflügers Archiv Bnd 59. 1895.
18. Brückner. Zur Function des Labyrinths. — Virchows Archiv Bnd 114. 1888.
19. Bunting. Ueber die Bedeutung der Otolithenorgane für die geotropischen Functionen von Ascatis fluviatilis. — Pflügers Archiv 54. 1893.
20. Casserius. Penaestheseion h. e. de quinque sensibus. — Organi Auditus declaratio Lib. I 1609.
21. Chevalier. Medico-Chirurgical Transact XIII. 1830.
22. Clark. Ueber Gleichgewichtsphaenomenen in gewissen Crustaceeën. — Centralbl. der Physiologie 8. 1895.
23. Comparetti. Observationes Anatomicae de aure interna comparata — Patavii 1791.

24. Crum-Brown. On the sense of rotation and the anatomy and physiology of the semi-circular canals of the internal ear. — Journal of Anat. and Physiol. vol. 8. 1874.
25. Cuvier. Leçons d'anatomie comparée de Georges Cuvier, recueillies et publiés par Duméril. Tome III. — Paris 1845.
26. Von Cyon. Das Ohrlabyrinth als Organ der mathematischen Sinne für Raum und Zeit. — Berlin 1908.
27. Delage. Etudes expérimentales sur les illusions statiques et dynamiques de direction pour servir à déterminer les fonctions des canaux demi-circulaires de l'oreille interne. — Archiv de zool. expérim et gener. 2e serie IV 1886.
28. Delage. Sur une fonction nouvelle des otocystes comme organes d'orientation locomotrice. — Archiv de zoöl. exp. 2e serie V. 1887.
29. Desmoulins. Anatomie des systèmes nerveux des animaux vertebrés, appliqué à la Physiologie et la Zoölogie par Magendie et Desmoulins. — 2m partie. Paris 1825.
30. Dreyfuss. Experimenteller Beitrag zur Lehre von den nichtacustischen Functionen des Ohrlabyrinthes. — Pflügers Archiv 81. 1900.
31. Ducroty de Blainville. De l'organisation des animaux ou principes d'anatomie comparée. Tome I. — Paris 1822.
32. Ducroty de Blainville. Cours de physiologie générale et comparée, professé à la faculté des sciences de Paris par Ducroty de Blainville. — Publié par les soins de M. le docteur Hollard. Paris 1829.
33. Ecker. Ueber Flimmerbewegung in Gehörorgan von Petromyzon marinus. — Müllers Archiv f. Anat. und Phys. Jahrg. 1844.
34. Egger. Contribution à la physiologie et à la physiologie pathologique du Labyrinthe de l'homme. — Archive de phys. norm. et pathol. 5e serie vol. 10. 30e année 1898.
35. Engelmann. Ueber die Function der Otolithen. — Zoöl. Anzeiger 1887.
36. Ewald. Physiologische Untersuchungen über das Endorgan des Nervus octavus. — Wiesbaden 1892.
37. Ewald. Zur Physiologie des Labyrinths. — Pflügers Archiv 59. 1895.
38. Flourens. Expériences sur les canaux demi-circulaires de l'oreille dans les oiseaux. p. 467. — Mémoires de l'institut de France. Tome IX. 1830.
39. Flourens. Nouvelles expériences sur l'indépendance respective des fonctions cérébrales. — Comptes rendus de l'academie des sciences. Tome 52. p. 673. 1861.
40. Fröhlich. Studieen über die Statocysten. — Pflügers Archiv 102. 1904.
41. Fryd. Die Otolithen der Fische in Bezug auf ihre Bedeutung für Systematik und Alterbestimmung. — Inaug. Dissert. Altona 1901.
42. Gegenbauer. Vergleichende Anatomie der Wirbelthiere mit Berücksichtigung der Wirbellosen. — Leipzig 1898.
43. Gerhartz. Chemie der Lymphe. — Handbuch der Biochemie des Menschen und Thieres 1908.
44. Goltz. Ueber die physiologische Bedeutung der Bogengänge des Ohrlabyrinths. — Pflügers Archiv 3. 1870.
45. Gottwald. Beitrag zur Lehre von den Functionen der Bogengänge. — Dissert. Erlangen 1893.
46. Hasse. Der Bogenapparat der Vögel. — Zeitschr. f. wissensch Zoölogie 17. 1867.
47. Helmholtz. Die Lehre von den Tonempfindungen. — Braunschweig 1870.
48. Hensen. Untersuchung über Wahrnemung der Geräusche. — Archiv für Ohrenheilk. Bnd 23. 1886.
49. Hensen. Wie steht es mit der Statocysten-Hypothese? Pflügers Archiv. 74. 1899.
50. Hensen. Die Fortschritte in einigen Teilen der Physiologie des Gehörs. — Ergebnisse der Physiologie. Jahrg. I 1902.
51. Högyes. Der Nervenmechanismus der unwillkürlich associirten Augen-

bewegungen oder die Reflexverbindung der zwölf Augenmuskeln mit den zwölf Ampullärnervenenden. — Reref. in Jahresber. über d. Fortschritte d. Anat. u. Phys. Bnd 9. Abt. II. 1880.
52. Huschke. Beiträge zur Physiologie und Naturgeschichte. — Bnd I. Ueber die Sinne. Weimar 1824.
53. Hyrtl. Vergleichend-anatomische Untersuchungen über das innere Gehörorgan des Menschen und der Säugethiere. — Prag 1845.
54. James. The sense of dizzness in deaf-mutes. — Amer. Journal of Otology 4. 1882.
55. Jenkins. Altersbestimmung durch Otolithen bei den Clupeiden. — Wissensch. Meerestunt. Abt Kiel N. F. Bnd 6. 1902.
56. Klein. Historiae piscium naturalis promovendae missus primus: de lapillis eorumque numero in craniis piscium. — Gedani 1740.
57. Koken. Ueber Fisch-Otolithen, ins besondere über diejenigen der Norddeutschen Oligocaen Ablagerungen. — Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft. Jahrg. 1884.
58. Koken. Neue Untersuchungen an tertiairen Fischotolithen. — Zeitschrift der Deutschen geologische Gesellschaft. Jahrg. 1888.
59. Koken. Als boven. Jahrg. 1891.
60. Kreidl. Beiträge zur Physiologie des Ohrlabyrinths auf Grund von Versuche an Taubstummen. — Pflügers Archiv Bnd 51. 1892.
61. Kreidl. Weitere Beiträge zur Physiologie des Ohrlabyrinths. — I Mitteilung Versuche an Fischen. Wiener Sitzungsber. Bnd 101 Abt. III. 1892.
62. Kreidl. Weitere Beiträge zur Physiologie des Ohrlabyrinths. — II Mittheilung: Versuche an Krebsen. Wiener Sitzungsb. 102. 1893.
63. Kreidl. Zur Lehre vom Gleichgewichtsorgan. — Centralbl. f. Physiol. 7. 1893.
64. Krieger. De otolithis. — Dissert. Inaug. Berolin 1840.
65. Kubo. Ueber die vom N. Acusticus ausgelöste Augenbewegungen. — I Mitteilung: Versuche an Taube und Kaninchen. Pflügers Archiv 114. 1906.
66. Kubo. Ueber die vom N. Acusticus ausgelösten Augenbewegungen. — II Mitteilung. Versuche an Fischen. Pflugers Archiv 115. 1906.
67. Laudenbach. Zur Otolithenfrage. — Pflügers Archiv Bnd 77. 1899.
68. Lee. A study of the sense of equilibrium in fisches. — Journal of Physiol. Vol 15. 1893.
69. Lincke. Handbuch der Theor. und pract. Ohrenheilkunde. — Th. I. Leipzig 1837.
70. Loeb. Ueber Geotropismus bei Thieren. — Pflügers Archiv Bnd 49. 1891.
71. Loeb. Ueber den Antheil des Hörnerven an den nach Gehirnverletzung auftretenden Zwangsbewegungen, Zwangslagen und associirten Stellungsänderungen der Bulbi und der Extremitäten. — Pflügers Archiv. 50. 1891.
72. Lyon. A contribution to the comparative physiology of compensatory motions. — Americ Journal of Phys. vol 3. 1899.
73. Mach. Versuche über den Gleichgewichtssinn. — Wiener Sitzungsb. Bnd 68. 1873 en Bnd 69. 1874
74. Mach. Grundlinieen der Lehre von den Bewegungsempfindungen. — Leipzig 1875.
75. Maier. Die Altersbestimmung nach den Otolithen bei Schollen und Kabeljau. — Arbeiten der Deutschen wissenschaftlichen Kommission für die internationale Meeresforschung nº 5.
76. Matte. Experimenteller Beitrag zur Physiologie des Ohrlabyrinths. — Pflügers Archiv 57. 1894.
77. Meyer. Etudes histologiques sur le labyrinthe membraneux. — Dissert inaugur. Strasbourg 1876.
78. Mulder. Quantitatieve betrekking tusschen prikkel en effect bij het statisch orgaan. — Dissert. Utrecht 1908.

79. Müller. Handbuch der Physiologie des Menschen. Band II, Buch V Abschn. II 2 III. — Coblenz. 1837.
80. Muskens. Ueber eine eigenthümliche compensatorische Augenbewegung der Octopoden mit Bemerkungen über deren Zwangsbewegungen. — Archiv. f. Anatomie und Physiologie 1904.
81. Mygind. Uebersicht über die pathologisch-anatomischen Veränderungen der Gehörorgane Taubstummer. — Archiv f. Ohrenheilk. 30. 1890.
82. Nagel. Handbuch der Physiologie des Menschen. — Braunschweig 1905.
83. Politzer. Geschichte der Ohrenheilkunde. Stuttgart 1907.
84. Pollak. Ueber den galvanischen Schwindel bei Taubstummen und seine Beziehungen zur Function des Ohrlabyrinthes. — Pflügers Archiv 54. 1893.
85. Preyer. Die Wahrnemung der Schallrichtung mittelst den Bogengänge. — Pflügers Archiv 40. 1887.
86. Quix. Experimenten over de functie van het Labyrinth bij haaien. — Tijdschr d. Ned. Dierk. Vereen. (2) Dl. VIII. Afl. 1. 1903.
87. Reibisch. Ueber die Eizahl bei Pleuronectes platessa und die Altersbestimmung dieser Form aus den Otolithen. — Abt kiel N. F. Bnd 4 der Wissensch. Meeres untersuchungen. 1899.
88. Retzius. Anatomie des Gehörorgans der Fische. 1884.
89. Retzius. Biologische Untersuchungen. 1880—81.
90. Van Rossem. Gewaarwordingen en reflexen, opgewekt van uit de halfcirkelvormige kanalen. — Dissert. Utrecht 1907.
91. Sagemehl. Beiträge zur vergleichende Anatomie der Fische. — Morphol Jahrbuch 9. 1884.
92. Scarpa. Anatomiae desquisitiones de auditu et olfactu. — Ticini 1789.
93. Schrader. Zur Physiologie des Froschgehirnes. — Pflügers Archiv Bnd 41. 1887.
94. Sewall. Experiment upon the ears of fisches with reference to the function of equilibrium. — Journal of Physiol. Vol 4. 1883.
95. Von Stein. Functionen der einzelnen Theile des Ohrlabyrinths. — Jena 1894.
96. Steiner. Ueber das Centralnervensystem des Haifisches und des Amphioxus lanceolatus und über die halbzirkelförmigen Kanäle des Haifisches. — Berliner Sitzungsb. I. blz. 495. 1886.
97. Steiner. Ueber das Centralnervensystem der grünen Eideche, nebst weiteren untersuchungen über das des Haifisches. — Berliner Sitzensber. I. blz. 539. 1886.
98. Steiner. Die Functionen des Centralnervensystems und ihre Phylogenese. — II Abt. Die Fische. Braunschweig 1888.
99. Stern. Die Litteratur über die nicht-acustische Function des inneren Ohres. — Archiv f. Ohrenheilk. Bnd 39. 1895.
100. Verworn. Gleichgewicht und Otolithenorgan. — Pflügers Archiv 50. 1891.
101. Weber. De aure et auditu hominis et animalium. Pars I: de aure animalium aquatilium. — Lipsiae 1820.
102. Wlassak. Die Centralorgane der statischen Functionen des Acusticus. — Centralbl. f. Physiol. Bnd VI nº 16. 1892.
103. Wundt. Grundzüge der physiologische Psychologie. Bnd I. Leipzig 1880.

STELLINGEN.

STELLINGEN.

I.

De hypothese van BREUER betreffende de otolithenverschuiving is, op grond van experimenteele en morphologische gegevens, niet aannemelijk.

II.

Het is waarschijnlijk, dat de normale prikkel vanuit het otolithenorgaan wordt opgewekt door veranderingen in druk, door de otolithenmassa op de haren van de macula acustica uitgeoefend.

III.

De vorm van den utriculusotolith bij Acanthias vulgaris is die van eene, ongeveer gelijkzijdige, driehoekige schijf.

IV.

Bij de bestaande correlatie tusschen oogbeker en lens is het primaire moment te zoeken in de plaats van aanleg van de lens.

V.

Ten onrechte wordt de phthisis renum tuberculosa verdeeld in eenen haematogeen ontstanen en eenen geadscendeerden vorm.

VI.

PAVY's opvatting, dat in den darmwand uit koolhydraten vetten kunnen worden gevormd, wordt door het experiment niet gesteund.

VII.

Gestoorde nierfunctie aan de niet te opereeren zijde, mag niet steeds als contraindicatie tegen de exstirpatie van de tuberculeuse nier gelden.

VIII.

Reiniging van drinkwater volgens de methode SCHUMBURG is voor troepen te velde niet aan te bevelen.

IX.

De oprichting van consultatiebureaux voor alcoholisten is, in 't belang der openbare volksgezondheid, een dringende eisch des tijds.

X.

Sanatoria en consultatiebureaux voor alcoholisten behooren onder medische leiding te staan.

XI.

De sclerectomie verdient aanbeveling in gevallen van chronisch glaucoom, die door iridectomie niet genezen.

XII.

Onder de indicaties tot het verrichten van sectio caesarea behoort ook placenta praevia, onder bepaalde omstandigheden, te worden opgenomen.

XIII.

Bij onderzoek op platvoet verzuime men niet, naast het nemen van eenen afdruk van de voetzool, gelijktijdig acht te geven op den omtrek van de projectie van den voet.

XIV.

Bij het onderzoek naar de gebrekkige ontwikkeling of ziekelijke stoornis van de verstandelijke vermogens hoede men zich aan de schoolkennis eene te groote waarde te hechten.

XV.

De stridor laryngis congenitus berust zelden op vergrooting van den thymus.

XVI.

Op een geaccidenteerd terrein geschiede het vervoer van de gewonden van het slagveld naar de hoofdverbandplaats per draagbrancard, zonder overladen.