Utrecht University Library
Partner in Science
Universiteit Utrecht

# Electrometrisch vleeschonderzoek

https://hdl.handle.net/1874/283032

# ELECTROMETRISCH VLEESCHONDERZOEK

UNIVERSITEITSBIBLIOTHEEK UTRECHT
3627 5240

# ELECTROMETRISCH VLEESCHONDERZOEK

# ELECTROMETRISCH VLEESCHONDERZOEK

PROEFSCHRIFT TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD VAN DOCTOR IN DE VEEARTSENIJKUNDE AAN DE VEEARTSENIJKUNDIGE HOOGESCHOOL TE UTRECHT, OP GEZAG VAN DEN RECTOR MAGNIFICUS DR. J. H. HARTOG, VOLGENS BESLUIT VAN DEN SENAAT DER VEEARTSENIJKUNDIGE HOOGESCHOOL, TE VERDEDIGEN TEGEN DE BEDENKINGEN VAN DEN SENAAT OP DONDERDAG 7 MEI 1925, DES NAMIDDAGS VIER UUR, DOOR **AUGUST DIEMONT,** DIERENARTS TE NIJMEGEN, GEBOREN TE SPANKEREN (GEMEENTE RHEDEN)

BIBLIOTHEEK VAN DE VEEARTSENIJKUNDIGE HOOGESCHOOL

BIBLIOTHEEK DIERGENEESKUNDE UTRECHT

DRUKKERIJ J. VAN BOEKHOVEN - UTRECHT, AMSTERDAM, DEN HAAG

RIJKSUNIVERSITEIT UTRECHT
1467 3499

AAN MIJNE OUDERS
AAN MIJNE VROUW

*Bij de aanbieding van een proefschrift bestaat de goede gewoonte om aan allen, die tot de wording van het geheel hebben bijgedragen, dank te brengen voor het grootere of kleinere aandeel, dat zij daarin hebben gehad. Op deze plaats is het mij echter niet mogelijk allen, die zich voor mijn werk interesseerden en mij zoowel daadwerkelijken als moreelen steun verleenden, persoonlijk te gedenken.*

*Aan U, hooggeleerde* VAN OIJEN, *hooggeachte promotor, komt wel mijn innigste dank toe voor Uwe bereidwilligheid het door mij gekozen onderzoek voor een proefschrift te hebben aanvaard en voor de vele moeiten, die Gij U hebt willen getroosten om met Uwe hooggewaardeerde medewerking de resultaten van mijn onderzoek in een geschikten vorm te brengen. Hetgeen aan juistheid van uitdrukking en aan goede indeeling in mijn werk te vinden is, heb ik aan Uwe scherpe, steeds juiste critiek te danken. Ik zal de leerzame en ook gastvrije uren, die ik bij U heb mogen doorbrengen, niet licht vergeten.*

*Mijn oprechte dank gaat ook uit naar U, hooggeleerde* HARTOG, *voor de welwillende behartiging van mijn belangen bij den Senaat.*

*De gelegenheid om dit proefschrift te kunnen bewerken dank ik geheel aan U, hooggeachte* DR. QUADEKKER, *waar U zoo welwillend waart mij niet alleen deze gelegenheid tot arbeiden te geven, maar tevens door Uwe steeds groeiende belangstelling in mijn werk een onschatbare, moreele steun voor mij zijt geweest. Uw werkzamen geest had ik als voor-*

*beeld en toen U ten slotte mijn proefschrift niet alleen doorgelezen maar zelfs doorgewerkt hadt, werd ik nogmaals overtuigd van Uw grooten werklust. Ik betuig U hierbij dan ook gaarne mijn groote erkentelijkheid voor alles, wat ik aan hulp en steun van U mocht ontvangen.*

*De voorbereiding van mijn onderzoek werd mij door U, hooggeschatte* Dr. WATERMAN, *gemakkelijk gemaakt door de groote welwillendheid, waarmede U mij steeds van dienst hebt willen zijn zoowel bij mijn persoonlijke bezoeken aan U als bij de beantwoording van de tallooze brieven om voorlichting, hetgeen door U altijd zoo spoedig en op zoo nauwkeurige wijze geschiedde. Ik bied U op deze plaats mijn zeer hartelijken dank aan voor Uwe zoo hooggewaardeerde medewerking, zonder welke ik zeer zeker in den beginne voor veel grooter moeilijkheden zou hebben gestaan.*

*Aan U, zeer geachte* Dr. KOLKMEIJER, *wil ik ook eenige woorden van oprechten dank wijden voor de praktische wenken en theoretische inlichtingen, die ik van U mocht ontvangen.*

*Ook U, waarde* VAN SANTEN, *een woord van hartelijken dank voor de prettige, collegiale samenwerking, die ik gedurende mijn proefnemingen van U mocht ondervinden.*

*Een speciale dankbetuiging rest mij nog aan de directies van de Electrische Centrale en van den Keuringsdienst voor Waren alhier, die mij beiden op technisch gebied velerlei hulp hebben verschaft. Mijn bizondere erkentelijkheid wensch ik hierbij te betuigen aan U, waarde heer* MAARTENSE, *voor de groote bereidwilligheid, waarmede U altijd klaar stondt, ten einde met Uw ervaring de moeilijkheden bij de opstelling uit den weg te ruimen.*

*Met groote dankbaarheid gedenk ik ook U, Heeren bibliothecarissen van de Veeartsenijkundige Hoogeschool, van de Universiteiten te Amsterdam en te Leiden en van de Technische Hoogeschool te Delft, voor de welwillendheid, waarmede U bereid werdt gevonden, de door mij gevraagde literatuur ter inzage te zenden.*

*Ten slotte aan allen, die mij met de bewerking van dit proefschrift, zoowel theoretisch als praktisch behulpzaam zijn geweest mijn hartelijken dank.*

# INHOUD

Blz.

INLEIDING . . . . . 1

HOOFDSTUK I. GESCHIEDKUNDIG OVERZICHT . . . . . 4

§ I. Historisch technisch- overzicht en literatuur.
§ II. Historisch physiologisch-overzicht en literatuur.
§ III. Literatuur over de toepassing van het onderzoek naar weerstand en polarisatie in weefsels.

EIGEN ONDERZOEKINGEN.

HOOFDSTUK II. TECHNISCH GEDEELTE . . . . . 42

§ I. Beschrijving van het toestel.
§ II. Beschrijving van den praeparaathouder.
§ III. Het maken van het praeparaat.
§ IV. De opstelling en de basiswaarde van het toestel.

HOOFDSTUK III. HET ELECTROMETRISCH ONDERZOEK VAN VLEESCH . . . . . 65

§ I. Invloeden op de uitkomst:
*a.* Algemeene beschouwingen.
*b.* Keuze van het materiaal.
*c.* Invloed van de temperatuur.
*d.* Tijdsverloop tusschen het maken van het praeparaat en het opmeten daarvan.
*e.* Absorptie van RINGER vloeistof uit het filtreerpapier.
§ II. Uitvoering van de metingen.
§ III. Verslag van eenige typische metingen en bijbehoorende berekeningen.

HOOFDSTUK IV. RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK 83

§ I. Tabellen I—IX.
§ II. Grafieken I—III.

Hoofdstuk V. Onderscheid tusschen Versch en Bevroren Vleesch ..... Blz. 112
Tabel X.

Hoofdstuk VI. Veranderingen van weerstand en polarisatie in versch Vleesch ..... 123
§ I. Temperatuur invloed. Tabel XI.
§ II. Vermeerdering van weerstand en polarisatie door absorptie van Ringer vloeistof. Tabel XII.
§ III. Vleesch van verschillende plaatsen, hetgeen nog aan verschillende invloeden was blootgesteld:
*a.* middenrif.
*b.* spieren aan den hals.
*c.* kauwspieren.
*d.* ribwand.
*e.* schouderblad en onderarm.
*f.* gehakt vleesch.

Hoofdstuk VII. Beschouwingen naar aanleiding van de uitkomsten van het Onderzoek ..... 135

Conclusies ..... 144

Geraadpleegde Literatuur ..... 146

# INLEIDING.

De aanleiding tot dit onderzoek was het zien opmeten van den weerstand van eenige bliksemafleiders door een electrotechnisch ambtenaar met behulp van een brug van KOHLRAUSCH. Van deze waarneming ging de gedachte uit of het mogelijk zou zijn ook den weerstand van weefsels te bepalen tegenover den electrischen stroom. In het algemeen worden voor diverse onderzoekingen velerlei physische methoden gebruikt, de electrische methoden munten op verschillende gebieden uit als de gevoeligste en daardoor de nauwkeurigste. Het zou misschien mogelijk zijn veranderingen, die op andere wijze niet of zeer lastig zijn waar te nemen, langs den electrischen weg door middel van weerstandsbepaling te ontdekken. De methode, die hier zou moeten worden toegepast was mij niet bekend.

Prof. VAN OIJEN wist mij mede te deelen, dat er toch in de literatuur wel iets over te vinden zou zijn en dat er nog kort geleden door Dr. WATERMAN, arts aan het laboratorium van het Anthonie van Leeuwenhoekhuis, proeven en resultaten in het Nederlandsch Tijdschrift voor Geneeskunde waren gepubliceerd. Uit deze mededeelingen bleek, dat Dr. WATERMAN volgens de methode van de bepalingen van het electrisch geleidingsvermogen en door waarneming van de andere verschijnselen (polarisatie) die zich daarbij voordoen erin geslaagd was om

kankerweefsel — in het algemeen kwaadaardig gezwelweefsel — van normaal weefsel te onderscheiden. De techniek van Dr. WATERMAN zal in het technisch gedeelte uitvoerig besproken worden.

De vraag dringt zich nu op of het door toepassing van de werkwijze van Dr. WATERMAN mogelijk zou zijn diverse veranderingen in weefsel, speciaal in vleesch (spierweefsel) te constateeren en zoodoende deze methode van onderzoek toe te passen op vleeschkeuringsgebied.

Om nader inzicht in deze zaak te verkrijgen stelde Prof. VAN OIJEN zich in verbinding met Dr. WATERMAN, die direct bereid werd bevonden om welwillend alle gewenschte nadere inlichtingen te verstrekken en zelfs de vriendelijkheid had mij persoonlijk eenige proeven te demonstreeren en daarbij een langdurig onderhoud toe te staan. ZEd.Gel. meende dat mijn gedachtengang wel rationeel was en dat de proeven zouden uitmaken of er een of ander nut voor de vleeschkeuring zou zijn te bereiken, aangezien hierover in de literatuur zeer weinig te vinden zou zijn. Wel zou het mogelijk zijn de methode vermeld te vinden en daarnevens andere mededeelingen over het electrisch geleidingsvermogen.

Wanneer een dier ziek is en deze ziekte van belang is voor de al- of niet deugdelijkheid van het vleesch, is het niet onwaarschijnlijk, dat in dit laatste geval ook veranderingen in de afzonderlijke cellen, dus ook in het vleesch als zoodanig zullen hebben plaats gevonden. Deze veranderingen zouden zich kunnen voordoen in het protoplasma van de cel of in de membranen die het protoplasma omgeven.

Wanneer normaal vleesch afsterft hebben er vele biochemische omzettingen in de cellen plaats, deze omzettingen zullen misschien anders verloopen indien het vleesch om de een of andere reden niet als normaal is te beschouwen. Wanneer normaal vleesch wordt afgekoeld of wordt bevroren zullen er behalve de biochemische veranderingen ook mechanische veranderingen plaats vinden. Al deze factoren kunnen invloed hebben op de verschijnselen, die optreden wanneer een zwakke electrische stroom door spierweefsel wordt gevoerd.

Het is niet onwaarschijnlijk, dat een onderzoek naar het electrisch geleidingsvermogen en de verschijnselen, die zich daarbij voordoen, een nieuw gebied voor nadere proefnemingen zal openen, misschien zelfs voor de vleeschkeuring praktische resultaten kan opleveren.

# HOOFDSTUK I.

## § 1. *Historisch technisch- overzicht en literatuur.*

Alvorens tot de literatuur over te gaan zal ik eerst een uiteenzetting dienen te geven van de methode, waarop in dit onderzoek de weerstand bepaald werd. In den regel wordt hiervoor gebruikt een opstelling volgens WHEATSTONE in de z.g. brug van Wheatstone, waarvan in ieder leerboek over electriciteit een duidelijke uiteenzetting te vinden is. Herhaaldelijk zullen er echter technische termen gebruikt moeten worden en hoewel het veel te ver zou voeren om deze technische uitdrukkingen uitvoerig te verklaren, wil ik er een kleine uiteenzetting van geven.

Er wordt gesproken van een zuiver sinoïdalen wisselstroom. Dit is een stroom, die ten eerste telkens van teeken wisselt en ten tweede de eene helft van den tijd positief en daarna evenzoo lang negatief is. Tweemaal de duur van een schommeling van max. pos. tot max. neg. heet de trillingstijd. Zuiver sinoïdaal of feitelijk sinusoïdaal beteekent, dat de golflengte zoowel als de amplitude steeds dezelfde grootte hebben, hetgeen het karakteristieke is van een sinusoide.

Phaseverschil zal ook herhaaldelijk gebruikt worden. Om hiervan een denkbeeld te geven, kan men zich het

best een slinger voorstellen, die heen en weer gaat. Telkens wanneer de slinger door den verticaal gaat, is de uitwijking gelijk 0, maar de beweging het snelst. Wanneer de slinger aan het einde van de slingerbaan gekomen is, is de uitwijking het grootst, maar de beweging gelijk 0. Men zegt nu dat de snelheid de uitwijking een vierde in trillingstijd vóór is, want op het oogenblik dat de snelheid het grootst is, duurt het nog een kwart van den slingertijd vóórdat de uitwijking het grootst is. Iets dergelijks hoewel veel samengestelder gebeurt nu ook onder sommige omstandigheden bij wisselstroomen, er treedt dan een phaseverschil op tusschen de electromotorische kracht en de stroomsterkte. Dit phaseverschil heeft onder verschillende omstandigheden niet altijd dezelfde richting. Deze verschillende omstandigheden zijn eenerzijds zelfinductie en anderzijds polarisatie en capaciteit.

Zelfinductie heeft plaats in een geleider, wanneer daarin een stroom ontstaat, in sterkte toeneemt, in sterkte afneemt of verdwijnt. Zij bestaat uit een inductiestroom. Deze inductiestroom loopt bij ontstaan en bij vermeerdering van stroomsterkte in een richting tegengesteld aan die van den primairen stroom en bij vermindering en ophouden van dezen primairen stroom in dezelfde richting. De zelfinductie is het sterkst wanneer het grootst aantal krachtlijnen, dat door den ontstaanden of verdwijnenden stroom gevormd wordt, door den stroomkring loopt. Dit is dus het sterkst, wanneer men den draad op een klos windt en de windingen zoo dicht mogelijk geïsoleerd langs elkaar laat gaan.

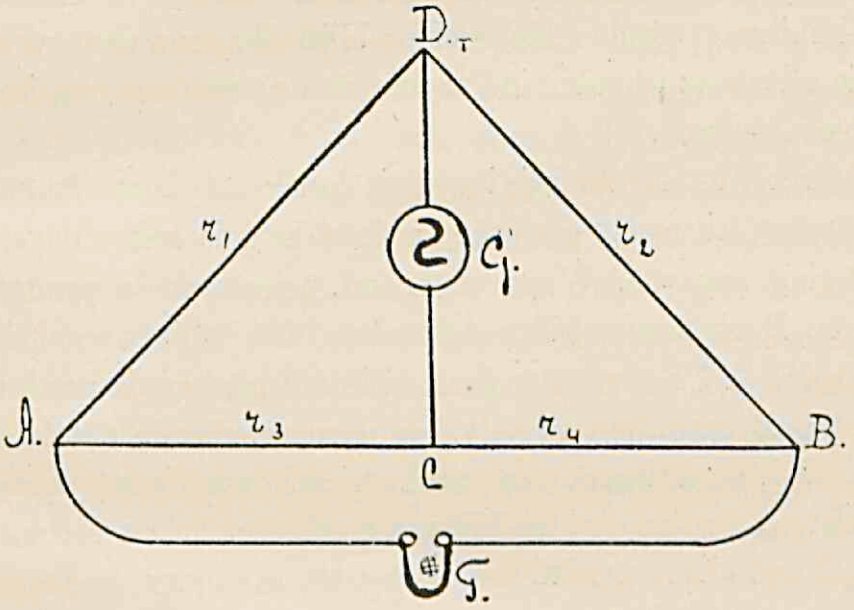
De polarisatie waarvan hier gesproken zal worden is een nog niet verklaard verschijnsel en is een verzamelnaam voor alle electromotorische tegenkrachten, die zich in levend weefsel ontwikkelen, zoodra dit door een zwakken electrischen stroom doorstroomd wordt. Er bestaat nog een tweede soort polarisatie, die aan de electroden voorkomt, wanneer een oplossing van een electrolyt doorstroomd wordt. Deze polarisatie is wel bekend, maar wordt in dit onderzoek ter zijde gesteld door het gebruik van onpolariseerbare electroden.

Men spreekt van een condensator, waar twee geleiders door een niet-geleider gescheiden zijn. Een condensator bezit het vermogen om electriciteit in zich op te hoopen, te verzamelen, dit vermogen noemt men de capaciteit van den condensator.

Nu kan met vrucht worden voortgegaan met de bespreking van de brug van „WHEATSTONE". Bij deze opstelling maakt men gebruik van een wisselstroombron om media te kunnen onderzoeken, die door gelijkstroom ontleed zouden worden. Bij het gebruik van wisselstroom voor het onderzoek kan men zich van de telefoon bedienen als instrument om na te gaan of er door een bepaalden tak van de „brug" nog een stroom gaat. Men gebruikt hierbij bovendien nog een meetdraad met een schuifcontact en een bekenden weerstand. Volgens de opstelling, die uit de bijgaande schets duidelijk wordt kan men nu op den meetdraad A—B een zeker punt C vinden, waarbij de telefoon T, die de punten A en B verbindt geen geluid meer geeft, hetgeen dus een bewijs is dat er tusschen A en B geen potentiaal verschil meer bestaat.

In dit geval heeft men voldaan aan de volgende vergelijking $r_1 : r_2 = r_3 : r_4$ en daaruit kan men den onbekenden weerstand $r_2$ afleiden, indien $r_1$, $r_3$ en $r_4$ bekend zijn. De punten C en D worden verbonden door de stroombron G.

De telefoon verbindt de einden van den meetdraad en de stroom wordt in den meetdraad toegevoerd. Men mag




nu de stroombron ook tusschen A en B zetten en dan de telefoon tusschen C en D, maar dit geeft volgens Schlezinger en Reed niet zoo'n scherp minimum. Deze beide opstellingen worden in het Chemisch Weekblad van 17 Mei 1924 door W. C. de Liefde aangehaald en besproken.

Bij de door mij gebruikte opstelling is $r_1$ de bekende weerstand van 500 of 1000 Ohm, terwijl $r_2$ het weefselpraeparaat voorstelt.

Wanneer men nu op deze wijze den weerstand in weefsel wil gaan meten, wordt dit op een nader nauwkeurig te beschrijven wijze in den tak D—B opgenomen. Men kan nu echter op den meetdraad A—B geen scherp minimum vinden, het geluid in de telefoon vermindert wel, maar in de meeste gevallen heeft dit minimum nog een breedte van eenige c.M. en in gevallen, waarin het weefsel veel polarisatie heeft, kan men zelfs van een minimum feitelijk niet spreken, de telefoon blijft den toon aangeven, die alleen aan beide einden van den meetdraad nog iets sterker wordt.

Over dit slechte minimum is het eerst door GILDEMEISTER uitvoerig gewerkt en door hem is ook een verklaring gegeven. Wanneer er n.l. tusschen de punten A en B phaseverschillen optreden, dan blijven er door den tak A T B stroomen gaan al is er tusschen de punten A en B geen potentiaalverschil meer. In de telefoon wordt het minimum dan onscherp en kan zelfs zoo wazig en breed worden, dat het bijna den geheelen draad beslaat. Zulk een phaseverschil kan nu tot stand komen, wanneer in den tak D-B weefsel met polarisatie of een zelfinductie of een condensator aanwezig is.

Hiervan is dit onscherpe minimum echter niet alleen afhankelijk, de stroombron speelt ook een groote rol, dit werd door GILDEMEISTER reeds eerder naar voren gebracht in zijn studie: „Der sogenannte psycho-galvanische Reflex und seine physikalisch-chemische Deutung", in Pflügers Archiv Band 162, 1915, Bldz. 489, waar erop gewezen wordt, dat men bij weerstandsmetingen met de brug van KOHLRAUSCH — dat is een toe-

stel om weerstanden mede te meten volgens het principe van WHEATSTONE — gebruik dient te maken van zuiver sinoïdale wisselstroomen en dat men het onscherpe minimum zal moeten verbeteren door een zelfinductie in te schakelen, ten einde het phaseverschil op te heffen, dat eventueel door polarisatie is ontstaan.

Door GILDEMEISTER werd vastgesteld, dat het phaseverschil bij dierlijk weefselonderzoek moest worden toegeschreven aan polarisatie, en hieruit volgt vanzelf de methode om dit phaseverschil te compenseeren door de kunstgreep van WIEN, n.l. door in dezen tak van de WHEATSTONE'sche brug achter het weefselpraeparaat een zelfinductie van de juiste grootte in te schakelen. Door deze toepassing zal dan het minimum scherp worden, voor zoover ten minste het phaseverschil door de polarisatie teweeggebracht werd. Maar er komt nog iets voor den dag, dat zeer duidelijk blijkt indien men de gewone brug van KOHLRAUSCH met inductorium voor het onderzoek tracht te gebruiken. Het instellen van de zelfinductiespoel op de juiste grootte gaat zeer lastig en is in ieder geval niet scherp. Dit wordt veroorzaakt door den stroom van het inductorium. Een gewoon inductorium geeft n.l. geen zuiver sinoïdale wisselstroomen en daar de polarisatie afhankelijk is van de frequentie van den gebruikten wisselstroom en ook het phaseverschil hiermede in direct verband staat, is het alleen mogelijk dit te compenseeren voor de frequentie $n$, maar niet voor de boventoonen met de frequenties $2n$—$3n$ enz., zooals ook door zoo'n inductorium worden gegeven.

Het komt er dus op neer om een stroombron te hebben,

die zuiver sinoïdalen wisselstroom geeft en deze werd door Dr. WATERMAN gebruikt in den vorm van een generator met twee audion of drie-electrodenlampen. Het eerst werden deze lampen voor dit doel toegepast door PHILIPPSON voor het onderzoek naar den weerstand in weefsels. (Archives internationales de Physiologie vol. XVIII Août-Décembre 1921). PHILIPPSON geeft dan ook een zeer nauwkeurige beschrijving van de werking en de constructie van deze lampen en daarbij tevens een zeer ingewikkeld complex van toestellen om de metingen te verrichten. In zeer korte trekken komt de werking van deze drie-electrodenlamp hierop neer, dat de ontlading van een geladen condensator via een zelfinductie electrische schommelingen geeft en dat een gloeiende draad electronen uitzendt, die opgevangen worden door een plaat en daarbij een rooster moeten passeeren. Door nu het rooster zwak en de plaat sterk positief te laden zullen deze de electronen aantrekken en door het ontladen van deze electronen zal er dan een stroom ontstaan in de richting van de plaat en van het rooster. Wanneer de lamp, d. w. z. de gloeidraad, ontstoken wordt, zal er een stroom ontstaan in den kring gloeidraad-plaat en zal een condensator, die hierin geplaatst is, geladen worden en zich daarna door een zelfinductie, die in dezen kring parallel aan den condensator staat, ontladen; hierdoor worden electrische schommelingen teweeggebracht, die echter na de ontlading uit zijn. Wanneer men nu deze schommelingen in deze zelfinductie laat werken op een tweede zelfinductie — langs inductieven weg in een magnetisch veld — die in den roosterkring staat, dan zal door

deze inductie het potentiaal van het rooster schommelingen ondervinden en hierdoor zullen nu eens meer dan minder electronen door het rooster worden aangetrokken, waardoor dus de electronenstroom naar de plaat ook schommelingen ondervindt. Deze zullen op hun beurt den condensator in den gloeidraad-plaat-kring opnieuw laden en zoo werken deze beide kringen op elkaar in totdat de electrische schommelingen een maximum bereiken dat afhankelijk is van de karakteristieken van het geheele apparaat enz. Door de waarde van den condensator en de zelfinducties te varieeren kan men zoodoende zuiver sinoïdale schommelingen — wisselstroomen — krijgen van een frequentie varieerende tusschen 500—3.000.000 per sec.

Heeft men nu eenmaal dezen zuiver sinoïdalen wisselstroom dan komt de frequentiebepaling aan de beurt, hetgeen vrij eenvoudig kan geschieden door de toonhoogte, die men in de telefoon hoort, te vergelijken met een toon, dien men op een viool aanstrijkt, of met den toon van een stemvork. Bij deze laatste is echter het bezwaar, dat alleen stemvorken van $\bar{a}$ in den handel zijn en deze $\bar{a}$ heeft 435 trillingen. Heeft men dus met de viool de toonhoogte bepaald, dan moet de frequentie berekend worden volgens de leer van het geluid. Door parallelschakeling van een variabelen condensator is de frequentie regelbaar en door dezen condensator in te schakelen kan de frequentie afgestemd worden op den toon van de stemvork.

Daar de frequentie ook afhankelijk is van de temperatuur van den gloeidraad en dus indirect van de spanning

van den accumulator en ook van de plaatspanning, dat is dus van de spanning van de z.g. hoogspanningsbatterij, is het gewenscht hierop contrôle uit te kunnen oefenen, zonder voor de bepaling van de frequentie telkens een viool noodig te hebben. Men teekent dus op den condensator precies dien stand aan, waarbij men den toon van de stemvork hoort en controleert met geschikte voltmeters de spanningen van den accu (4 volt) en van de hoogspanningsbatterij (80 volt). Men kan nu met de stemvork zeer goed controleeren of de generator goed functionneert, in dit geval moet de generatortoon met den stemvorktoon overeenkomen, indien men den condensator op het bepaalde punt stelt, bijv. op $45\frac{1}{2}$ (deze is n.l. draaibaar en in schaal 1—100 verdeeld). Zelfs zonder muzikaal gehoor is het mogelijk om te hooren of er tusschen den telefoontoon, dat is dus den generatortoon, en de stemvorktoon nog enkele zwevingen bestaan en dan is men zeer dicht bij de goede frequentie. Enkele zwevingen geven slechts een geringe variatie in de frequentie aan en dit is van geen invloed.

In het Chemisch Weekblad van 17 Mei 1924, komt een artikel voor van W. C. DE LIEFDE over het bepalen van het electrisch geleidingsvermogen van electrolyten volgens methoden afwijkend van die van KOHLRAUSCH, waarin o. a. onder de wisselstroommethoden als een der nieuwste bronnen voor wisselstroom is aangegeven het audion of triode, dat door HALL en ADAMS gebruikt werd als stroombron en als versterker. Bij de beschrijving van de opstelling wordt aangegeven, dat één der toevoerdraden van den wisselstroomgenerator geaard is, hetgeen

door mij reeds 6 maanden vóórdat dit blad in mijn bezit kwam, werd toegepast.

Betreffende de polarisatie, die aan de electroden kan voorkomen, valt hier nog een en ander mede te deelen uit een artikel van WIEN opgenomen in de Annalen der Physik und Chemie Band 58 1896. Hierin wordt door hem medegedeeld, dat men den polarisatieweerstand kan vervangen door een weerstand en een condensator. Deze condensatorwerking, die ook een phaseverschil geeft, kan men dan opheffen door in denzelfden tak een zelfinductie in te schakelen. De condensatorwerking van de electroden hangt zeer veel af van de grootte der electroden en deze vermindert ook door de electroden eenigen tijd in contact te laten met de vloeistof, alvorens den weerstand te gaan meten. Men kan de oppervlakte der electroden vergrooten door deze te platineeren, waardoor de polarisatie zeer gering wordt. Wanneer men met lage frequentie werkt, vindt men steeds een grooteren invloed van de capaciteit, dan wanneer men met hoogere frequentie de metingen verricht. In de praktijk meet men dus steeds met geplatineerde electroden en met een hooge frequentie.

In de Annalen der Physik und Chemie van 1902, Band 8, vindt men op Bldz. 380 nog een methode door WIEN aangegeven om de electroden zoodanig te platineeren, dat de polarisatie tot een minimum wordt beperkt en het minimum in de telefoon dus zeer scherp gemaakt kan worden.

Omtrent de telefoon als nulinstrument kan men een mededeeling vinden van A. ELSAS in de Annalen der

Physik und Chemie van 1891, No. 44, bldz. 593. Hierin worden de niet overeenstemmende uitkomsten, die men met de brug van KOHLRAUSCH vindt, toegeschreven aan de verschillende frequenties, die het inductorium voortbrengt. De telefoon reageert op alle frequenties en in het algemeen beter op de hoogere dan op de lagere. Men kan nooit het minimum voor het juiste punt houden, als dit niet absoluut scherp is en vooral dus niet in de gevallen, waarbij zich een phaseverschil voordoet, dat niet gecompenseerd wordt.

In het Chemisch Weekblad wordt in hetzelfde artikel van W. C. DE LIEFDE nog vermeld, dat de onderzoekers SCHLESINGER en REED in plaats van een gewone enkelvoudige telefoon een koptelefoon gebruikten.

Omtrent de zelfinductiespoel moet hier aan het einde van het technische literatuuroverzicht nog worden medegedeeld, dat hierover door WIEN ook gewerkt is en dat in de Annalen der Physik und Chemie, No. 41, 1891 op Bldz. 711 een mededeeling van hem voorkomt over het bestaan der z.g. „Einheitsrollen der Selbstinduction". Het is een groote moeilijkheid bij het bepalen der zelfinductie van een spoel langs proefondervinderlijken weg, geen fouten te maken door de capaciteitswerking van zoo'n spoel. Dit komt echter hoofdzakelijk voor bij de spoelen, die gewonden zijn uit meer lagen geïsoleerden draad, zooals die bijv. door GILDEMEISTER werden samengesteld en uitvoerig beschreven zijn in PFLÜGERS Archiv, Band 176, 1919. Hierbij kan men de zelfinductiewaarde lastig berekenen. Volgens WIEN zijn nu spoelen, die maar uit één enkele laag gewonden zijn en waarvan

de weerstand betrekkelijk klein is, bijna vrij van capaciteit en kan men hunne waarden voor zelfinductie nauwkeurig berekenen.

Dr. WATERMAN geeft aan in het Ned. Tijdschrift voor Geneeskunde, 1922, Deel I, dat door hem op raad van Prof. ZEEMAN gewone lampenglazen gebruikt werden, die ook met één enkele laag geïsoleerden draad werden omwonden.

## § II. *Historisch physiologisch-overzicht en literatuur.*

De physische verschijnselen, die zich bij het doorstroomen van spierweefsel voordoen zijn gecompliceerd en hieruit blijkt, dat men levend weefsel niet als een gewonen geleider met enkel zuiver Ohm'schen weerstand kan beschouwen.

Deze verschijnselen waren reeds zeer lang bekend, naar de oorzaken en het wezen ervan zoekt men heden ten dage nog. Vele onderzoekingen zijn op dit gebied gedaan, eensdeels om het wezen der electromotorische tegenkrachten te doorgronden en andersdeels meer met de bedoeling om de invloeden, waarvan deze tegenkrachten afhankelijk zijn te leeren kennen.

Onder de oudere onderzoekingen op dit gebied vindt men de proeven van E. DU BOIS REYMOND beschreven, die echter hoofdzakelijk een onderzoek deed naar de electrische verschijnselen, die in het weefsel zelf voorkomen en naar de verschijnselen, die nà de doorstrooming daarin nog waren achtergebleven, maar niet naar die verschijnselen, die zich gedurende de doorstrooming

voordoen. Deze onderzoekingen vindt men o.a. in het Archiv für Physiologie 1884; daar wordt dan verder verwezen naar zijn groote werken: Untersuchungen über thierische Elektricität, erster Band 1848.

In dit werk vindt men o.a. op Bldz. 240, dat men bij de doorstrooming van levend weefsel, meestal waren dit spieren van den kikvorsch, behalve de gewone polarisatie die aan de electroden voorkomt, nog een andere soort polarisatie vond. Deze laatste polarisatie nu komt alleen voor aan die spieren, die nog hunne volle levenskracht bezitten en schijnt naar hare richting te oordeelen, den doorgaanden stroom tegen te werken.

Nieuwere onderzoekingen naar deze verschijnselen zijn daarna hoofdzakelijk uitgevoerd door GILDEMEISTER en zijn leerlingen, die op vele verschillende wijzen weefsel hebben doorstroomd en ook daarbij de verschillende moeilijkheden, die zich voordeden, voor een gedeelte hebben opgelost, maar tot een verklaring van het wezen der polarisatie niet zijn gekomen.

Deze onderzoekingen werden zoowel met gelijkstroom, als met wisselstroom uitgevoerd.

De onderzoekingen van GILDEMEISTER en zijne leerlingen GALLER en BELOUSS, zullen hierna alle nagegaan worden en daarbij aansluitende de nieuwere onderzoekingen op dit gebied. De vele moeilijkheden, die zich bij dit onderzoek voordoen werden langzamerhand overwonnen, door verbeterde en veel gevoeligere toestellen en enkele kunstgrepen, die bij het onderzoek werden ingevoerd.

Door deze onderzoekingen chronologisch te rang-

schikken, kan men het best een overzicht krijgen van de verbeteringen, die successievelijk in de methoden van onderzoek werden aangebracht.

In Pflügers Archiv für die gesammte Physiologie, Band 149, 1913, komt voor: Ueber den elektrischen Leitungswiderstand des tierischen Körpers, von Dr. rer. nat. Hermann Galler.

Dit betreft v.n. een onderzoek van kikvorschen met gelijk- en met wisselstroom om den weerstand te bepalen. Het was vooruit te voorzien, dat de grootte der electroden, zoowel als hun onderlinge afstand, verschillende uitkomsten zouden geven, en dat ook de stroom als zoodanig en de doorstroomingstijd een rol zouden spelen. De bedoeling was om te onderzoeken, waarvan de veranderingen in weerstand afhankelijk zijn en niet zoozeer om er bepaalde waarden voor te vinden. Bij het onderzoek bleek, dat zich tegenkrachten ontwikkelen, die zich als een schijnbaren weerstand doen gelden. De hoofdzaak van dit onderzoek ligt daarin, dat uitgemaakt zal worden of de hooge gelijkstroomweerstand niet grootendeels schijnbaar is.

De wisselstroommetingen werden uitgevoerd volgens de methode van Kohlrausch, maar het minimum was zeer onscherp, hetgeen verbeterd werd door een kleinen condensator parallel aan den rheostaat te schakelen. Een groot deel van den weerstand moest in de huid gelocaliseerd worden. Door verwarming daalde de weerstand aanmerkelijk, daarna werd de kikvorsch weer afgekoeld en nu was de weerstand van 1670 Ohm op 520 Ohm gedaald. De invloed van de frequentie was niet merkbaar,

maar de mogelijkheid bestaat, dat door het onscherpe minimum de kleine veranderingen niet zijn waargenomen. Bij gelijkstroom vond men tweemaal zoo hooge waarden als bij wisselstroom, terwijl nadat het voorwerp gekookt en afgekoeld was, de beide waarden vrij wel gelijk waren en het minimum tevens scherp was geworden. GALLER heeft nu metingen verricht met gelijkstroom en wisselstroom gelijktijdig en vond, dat deze geen invloed op elkaar uitoefenden, de geringe wisselstroomweerstand bleef gering. In het geval dat de gelijkstroom sterk is en eenigen tijd aanhoudt stijgt de weerstand zoowel tegenover gelijk- als tegenover wisselstroom.

Over het wezen en de grootte der electromotorische tegenkrachten geeft GALLER dezelfde beschouwingen als door PELTIER, DU BOIS REYMOND, HERMANN en HERING gegeven zijn. DU BOIS REYMOND geeft hierover echter aan, dat deze tegenkrachten bestaan in de electrische verschijnselen, die door een vreemden stroom in het doorstroomde gebied worden opgewekt en die dan slechts bekend worden, als zij langer aanhouden dan de stroom, die deze tegenkrachten heeft opgewekt. Dit werd bestudeerd door den vreemden stroom te verbreken en dan het weefsel met een galvanometer te verbinden. HERMANN heeft er reeds op gewezen, dat men den toestand, die na het verbreken van den stroom ontstaat, zonder meer niet kan verplaatsen naar den tijd toen de stroom nog niet verbroken was. Dit was de oorzaak dat deze onderzoekingen geen beeld gaven van hetgeen er gedurende de doorstrooming gebeurde en welke tegenkrachten zich gedurende dezen tijd ontwikkelden. In de huid

treft men de meeste polarisatie aan, ook wel in organen en in de spieren, men kan deze eigenschappen zonder bizondere metingen aan de breedte van het minimum aflezen. (nota bene !)

Bijna alle in dit werk beschreven verschijnselen kan men aan metalen polarisatiemodellen vinden, maar hiervan is natuurlijk in het dierlijk lichaam geen sprake en men zal ze dus moeten toeschrijven aan concentratieveranderingen aan de grensvlakken volgens de begrippen der moderne electrochemie.

Hierop volgt een mededeeling in Pflügers Archiv für die gesammte Physiologie, Band 149, Bldz. 389: Ueber die im tierischen Körper bei elektrischer Durchströmung entstehenden Gegenkräfte, von MARTIN GILDEMEISTER.

GALLER heeft de vraag, waarom de weerstand tegenover gelijkstroom zooveel grooter is dan tegenover wisselstroom, bevredigend opgelost. De gelijkstroom (zwakke en korte stroomduur) bemoeilijkt zijn loop niet door slecht geleidende lagen te vormen en daardoor den Ohm'schen weerstand grooter te maken, maar veeleer ontstaan er electromotorische tegenkrachten ; het doorstroomde weefsel wordt gepolariseerd. De met gelijkstroom gemeten weerstand wijkt des te meer van den waren weerstand af al naar de stroom zwakker is, waarmede men de meting verricht. De in het lichaam van den kikvorsch ontstaande tegenkrachten worden eerst snel en dan langzamer grooter door sterkere stroomen te gebruiken; een hoek in de curve zooals die wel bij metallische polarisatie voorkomt, ziet men hier niet.

In Pflügers Archiv, Band 162, 1915, Bldz. 547, komen

voorts de volgende beschouwingen voor: Ueber die Abhängigkeit der elektrischen Eigenschaften der Froschhaut von der Beschaffenheit der daran angrenzenden Medien und vom Nervemsysten von Dr. ALFRED SCHWARTZ.

Psychische invloeden zijn in staat langs reflektorischen weg de permeabiliteit van het lichaam voor den electrischen stroom voorbijgaand te vergrooten. VERAGUTH gaf hieraan den naam „psycho-galvanisch-reflex-phenomen".

De mogelijkheid dat de permeabiliteit der membranen door het zenuwstelsel beïnvloed wordt zou de eerste theoretisch interessante gevolgtrekking uit de proeven van GILDEMEISTER en mij [SCHWARTZ] zijn. De membranen zouden n.l. gedurende den tijd, dat de electrische stroom de ionen toevoert onder den invloed van deze ionen zóó veranderd kunnen worden dat:

1. het vermogen dezer membranen om op een zenuwprikkel te reageeren d.w.z. in casu dus meer permeabel te worden, verzwakt of versterkt zou kunnen zijn;

2. het vermogen dezer membranen om voor de ionenbeweging een hindernis te zijn verzwakt of versterkt zou kunnen zijn.

Er werd bijv. gevonden, dat de stroom aanmerkelijk in sterkte toeneemt indien als stroomgeleider $CaCl_2$ werd gebruikt inplaats van NaCl, hieruit zou dus volgen, dat de permeabiliteit onder den invloed van $CaCl_2$-doorstrooming grooter wordt dan onder den invloed van de NaCl-doorstrooming. Maar indien men nu de stroomrichting omdraait, dan gebeurt precies het omgekeerde hetgeen voor 1 groote moeilijkheden geeft.

Voor 2 volgt uit het bovenstaande, dat de polarisatie

tegenover $CaCl_2$ grooter is dan tegenover NaCl wanneer de stroom van buiten naar binnen gericht is.

Bayliss meende gevonden te hebben, dat de kikvorschhuid als een gelijkrichter werkt, doordat de uitgaande phase slechter door de huid gaat dan de ingaande. Door proeven werd dit nagegaan en werkelijk bleek dat bij alle proeven met $CaCl_2$ de ingaande phase niet zoogoed werd doorgelaten als de uitgaande, terwijl het met $NaCl_2$ juist andersom geschiedde. De verschillen waren echter niet zoo groot, als door Bayliss werd aangegeven.

Bij een bepaalde stroomsterkte volgt steeds op een prikkel de sterkste toename bij gebruik van 1/10 tot 1/1000 normaaloplossing van $CaCl_2$—$MgCl_2$—$BaCl_2$ en KCl en wel bij binnengaande stroomrichting; bij gebruik in dezelfde concentratie van NaCl en LiCl is de vermeerdering in het algemeen minder groot, terwijl in de beide laatste gevallen de uittredende stroomrichting de gunstigste is.

Indien men sterkere concentraties gebruikt, dan blijft iedere reactie op den prikkel achterwege. (1/3—1/8 normaaloplossingen).

Daarna trekt de aandacht in Pflügers Archiv Band 162, 1915: Untersuchungen über den Einfluss von Elektrolyten auf die elektrische Leitfähigkeit und die Polarisation der tierischen Haut, von A. Belouss.

Op grond van het werk van Munk werd de verandering van den lichaamsweerstand meestal toegeschreven aan vloeistofverschuiving in het weefsel (kataphorese of beter electro-endosmose). Sommige namen aan, dat deze veranderingen tot stand kwamen door grooteren bloedrijkdom, maar Gartner (Wiener Med. Jahresbücher 1882)

toonde aan, dat deze veronderstelling onjuist was, daar ook bij lijken deze verandering tot stand komt. St. LEDUC was de eerste, die aangaf, dat de ionen in het dierlijke lichaam een verschillende verplaatsingssnelheid bezitten. Het H-ion verplaatst zich in de huid langzamer dan het Cl-ion enz. BELOUSS vond hiermede geen overeenstemming, maar meent deze veranderingen toe te moeten schrijven niet zoozeer aan weerstandsveranderingen, dan wel aan veranderingen in de polarisatie. Het voornaamste op dit gebied in de oudere literatuur vindt men in: Pflügers Archiv für die gesammte Physiologie, Band 176, 1919, Bldz. 84: Ueber elektrischen Widerstand, Kapazität und Polarisation der Haut. 1. Versuche an der Froschhaut, von MARTIN GILDEMEISTER.

GILDEMEISTER behandelt hierin ten eerste het feit, dat de gelijkstroomweerstand veel grooter is dan de wisselstroomweerstand, en wanneer men beide gelijktijdig opmeet, blijkt duidelijk, dat de hooge gelijkstroomweerstand een schijnbare weerstand is, althans dat de gevonden grootere waarde als schijnbaar moet worden aangenomen. Deze verhoogde weerstand moet worden toegeschreven aan electromotorische krachten, die zich gedurende de doorstrooming ontwikkelen en dan den doorgaanden stroom tegenwerken. Men zou dus moeten aannemen, dat het dierlijke lichaam polariseerbaar is. Er zijn echter nog andere mogelijkheden en daarom zal vooraf iets anders nader beschouwd moeten worden, n.l. een phenomeen, dat zich bij deze metingen voordoet, te weten het onscherpe minimum, dat men steeds aantreft, als men volgens de methode van KOHLRAUSCH tracht

den weerstand te bepalen. Daar de omstandigheden, waarvan een scherp minimum afhangt, in de literatuur over physiologie nog niet beschreven waren, wordt hieraan door G nader de aandacht gewijd en komt hij tot de volgende conclusie: Indien het niet gelukt den stroom in de brug te laten verdwijnen — een scherp minimum in de telefoon te verkrijgen — dan kan men besluiten tot het aannemen van het bestaan van een phaseverschuiving.

De beteekenis van deze phaseverschuiving wordt nu verder uiteengezet en dit phenomeen treedt op in de volgende drie gevallen. Wanneer men in de brug, volgens de methode van KOHLRAUSCH metende, drie zuiver Ohm'sche weerstanden heeft, dan treedt phaseverschuiving op indien het te meten voorwerp heeft:

I. Zelfinductie,

II. Capaciteit,

III. Polarisatie.

In het eerste geval wordt de phaseverandering zoodanig, dat deze teruggehouden wordt, en in de beide andere gevallen (II en III) wordt de phase vooruitgeschoven. Hieruit is dus het zeer gewichtige besluit te nemen, dat men door toevoeging van een zelfinductiespoel achter een voorwerp, dat polarisatie of capaciteit heeft, de phase verschuiving kan opheffen en daardoor dus het minimum in de telefoon absoluut scherp kan maken. Men meet dus nu dierlijk weefsel met in serie een zelfinductie-spoel en in het geval, dat het minimum dan scherp te maken is — wat inderdaad het geval is — kan men hieruit de conclusie trekken, dat het dierlijke weefsel òf capaciteit òf polarisatie heeft.

GILDEMEISTER geeft nu zelf aan, dat deze twee begrippen lastig van elkaar op zuivere wijze te onderscheiden zijn. Bij electrostatische capaciteit komt het hoofdzakelijk aan op de electrische spanning, die ontstaat in een dielectricum, waardoor dan electriciteit opgehoopt kan worden. Bij polarisatie, dus in een polariseerbaar medium, kan ook electriciteit opgehoopt worden, nu echter door ionen en komt het minder aan op de waarde van de dielectrische constante, dan wel op de speciale eigenschappen der ionen, zooals hun waardigheid en bewegingssnelheid. Daarna volgt een theoretische beschouwing over de eigenschappen van polarisatie en capaciteitmodellen en worden de methoden aangegeven om deze twee van elkaar te kunnen onderscheiden. Ook wordt hier vermeld, dat de methode, om de phaseverschuiving door serie-schakeling van een zelfinductie op te heffen, van WIEN afkomstig is.

Nu volgt een uitvoerige beschrijving van de toegepaste werkmethode, die echter zeer gecompliceerd is en in de latere jaren door betere toestellen veel eenvoudiger is geworden, zooals GILDEMEISTER ook zelf beweert.

Het resultaat van de genomen proeven met huid van den kikvorsch is, dat GILDEMEISTER hierdoor bewezen acht, dat in deze gevallen geen sprake is van electrostatische capaciteit, maar van polarisatie. Nu kan volgens F. KRÜGER de polarisatie-capaciteit vier verschillende oorzaken hebben; hierop wordt door GILDEMEISTER niet verder ingegaan, alleen wordt vermeld, dat de grootte der phaseverschuiving en der capaciteit bij veranderingen in de frequentie van den sinoïdalen wisselstroom verschillende wetten volgen.

Men ziet, volgens GILDEMEISTER, dat de gebruikelijke metingen met inductorium en telefoon, althans bij de huid, betreffende den weerstand, niet veel opleveren. Over het algemeen zijn metingen, waarbij het minimum niet absoluut scherp is, met zeer veel voorbehoud aan te nemen.

Tot slot wordt het verband tusschen deze onderzoekingen en algemeene physiologische vraagstukken gereleveerd. De gevonden sterke polarisatie van de huid zal men volgens den tegenwoordigen stand der wetenschap moeten toeschrijven aan de celmembranen, veranderen deze, dan verandert ook de polarisatie en omgekeerd.

Het schijnt, dat we hier een middel hebben om veranderingen in de eigenschappen der celmembranen gemakkelijk in vivo te bestudeeren. Ook hangt het polariseerend vermogen zeer nauw samen met de snelheid, waarmede de ionen zich binnen en buiten den celwand bewegen. Zoo zal het dus mogelijk zijn, door polarisatiemetingen te verrichten, conclusies te trekken betreffende de relatieve bewegingssnelheden der ionen in het dierlijke weefsel.

Nu moeten er een paar beschrijvingen volgen, die feitelijk gedeeltelijk in het technische gedeelte zouden thuis hooren, maar die, wat hun technischen en physiologischen inhoud betreft, zoo in elkaar grijpen, dat het m. i. beter is de verhandeling in haar geheel te laten en dan hier te vermelden.

Het zijn een paar aanhalingen uit de werken van PHILIPPSON: Sur la résistance électrique des cellules et des tissus. (C. R. Soc. Belge Biol. t. 83 Nov. 1920).

PHILIPPSON begint reeds direct met de mededeeling, dat het onderzoek van levende weefsels groote moeilijkheden oplevert. De membranen, die de cellen omgeven en van elkaar scheiden, geven een grooten weerstand bij de electrische doorstrooming en speciaal ter plaatse van deze membranen meent PHILIPPSON, dat „les phénomènes de polarisation" zullen zetelen. BOTAZZI en zijn leerlingen hebben voor deze onderzoekingen de brug van KOHLRAUSCH gebruikt en daarmede wel zeer interessante gegevens verzameld, maar de interpretatie van de gevonden verschijnselen bleef zeer duister. De gemeten weerstand van de cellen was steeds zeer groot, maar gaf als zoodanig geen enkele aanwijzing over de physisch-chemische samenstelling van de cel. De nieuwere radiotechniek leverde veel eenvoudigere toestellen om met frequente, zuivere wisselstroomen de onderzoekingen te doen en zoo vond o.a. ook HÖBER, dat bij stijgende frequentie de weerstand daalde, totdat bij zeer hooge frequentie een zekere grens werd bereikt en deze weerstand dan als de ware weerstand kon worden beschouwd van de cel met geheelen inhoud. De onderzoekingen met een laagfrequenten wisselstroom geven een veel samengestelder weerstandscomplex, dat veel lastiger is te analyseeren en waarvoor nieuwe onderzoekingen noodig zijn. Deze weerstand zal waarschijnlijk bestaan uit een polarisatieweerstand en een eigen weerstand van de celmembranen. Een bepaling van den weerstand op deze wijze bij de spieren van de cavia direct na den dood en een paar uur later gaf verschillende uitkomsten. Ten slotte bleek, dat iedere soort weefsel een specifieke curve heeft voor den weer-

stand bij stijgende frequentie van den wisselstroom en dat bijv. de curve van de spier van de cavia meer op de curve van de spier van den kikvorsch geleek dan op de curve van de lever van de cavia.

PHILIPPSON is met zijn onderzoekingen verder gegaan en heeft getracht bepaalde regels of wetten op te stellen voor den weerstand van levende weefsels, waarbij een en ander zoowel van een physiologisch als van een technisch standpunt bekeken wordt. Deze beschouwingen, die ook niet goed afzonderlijk kunnen worden weergegeven zonder het geheel uit zijn verband te rukken en daardoor aan de duidelijkheid veel schade te doen, zullen dus hier ook volgen.

Physiologie. Les lois de la résistance électrique des tissus vivants, par M. PHILIPPSON.

Wij kunnen proefondervindelijk aantoonen, dat er in het levende weefsel een weerstand bestaat, die zich gedraagt als een capaciteit. Wanneer in het licht van deze waarneming de physisch-chemische en de physiologische toestanden in het levende weefsel worden geanalyseerd, dan valt het volgende op te merken:

Het is noodig hier wel degelijk onderscheid te maken tusschen de physiologische membraan, den zetel van de verschijnselen van absorptie en van permeabiliteit, dus een grens tusschen de verschillende phasen in de cel en de werkelijke, histologische grens tusschen de cellen. De eerste is, wat de dikte betreft, slechts van moleculaire afmetingen en kan de rol spelen van het dielectricum van een condensator; aan de eene zijde kan men dit beschouwen als te zijn ondoordringbaar, of weinig door-

dringbaar voor ionen en aan de andere zijde bestaat ze toch werkelijk uit een lipoïde substantie, die zelf een min of meer isoleerend dielectricum vormt.

Verdere beschouwingen worden hierover gehouden en ten slotte is de conclusie, dat men weefsel uit een electrotechnisch oogpunt kan beschouwen, ten eerste als te bestaan uit een weerstand, gevormd door het protoplasma en door de intercellulaire ruimten als electrolytischen weerstand, ten tweede uit een capaciteit, die ontstaat door het achter elkaar schakelen van al de cellen, en ten derde uit een anderen weerstand, die ontstaat aan ieder grensvlak tusschen de cellen. Deze drie grootheden worden berekend en in een formule samengevat met eenige coëfficiënten, zoodat het geheel vrij gecompliceerd wordt. Ten slotte blijkt wel, dat de uitkomsten van deze formules bij het onderzoek van de lever van een cavia bevredigende resultaten opleveren en de constante waarden der coëfficiënten bewijzen, evenals de nauwkeurigheid van de wijze van onderzoek. Daarentegen kwam men tot andere resultaten, toen men de spier van hetzelfde dier ging onderzoeken, hier bleek men te doen te hebben met weefsel, dat zeer snel veranderde van eigenschappen. Uit dit onderzoek kon men de conclusie trekken, dat de electrolytische weerstand niet veel veranderde, deze karakteriseert dan ook feitelijk den physisch-chemischen toestand in de cel, maar wel de capaciteit en den weerstand aan de grensvlakken, deze beide laatste karakteriseeren dan ook den physiologischen toestand der celmembranen.

Een en ander wordt door PHILIPPSON met graphieken en tabellen toegelicht.

Vervolgens vinden we in: The Journal of general Physiology, IV Vol. 1922: „Conductivity and Permeability, by JACQUES LOEB", hoofdzakelijk over plantencellen.

Wanneer een electrische stroom gaat van een zoutoplossing door een levende cel, dan gaan ionen naar binnen in het protoplasma. Een toename van de permeabiliteit voor ionen moet dus den electrischen weerstand verminderen en omgekeerd. Den electrischen weerstand kan men daarom beschouwen als een maat voor de permeabiliteit van het protoplasma voor ionen. Nadat proeven hebben uitgemaakt, dat de vloeistof om de cel ongeveer hetzelfde geleidingsvermogen heeft als het protoplasma in de cel, is het duidelijk, dat, wanneer men de cel in een andere vloeistof brengt van hetzelfde geleidingsvermogen en wanneer dan toch de weerstand grooter wordt, dit moet worden toegeschreven aan de dunne laag protoplasma, die de cel omgeeft. Bij de doorstrooming gaat een gedeelte van den stroom door het celplasma en een ander gedeelte gaat door de celwanden. Wanneer men dus de electrische weerstandsmethode gebruikt, moet men nagaan of men den weerstand bepaalt van het protoplasma of alleen van de celwanden. Doodt men nu het protoplasma, zonder de celwanden te beschadigen, dan kan men waarnemen, dat de verandering is verdwenen en men haar dus moet toeschrijven aan het levende protoplasma. In NaCl wordt de weerstand kleiner, in $CaCl_2$ wordt de weerstand eerst snel grooter en daalt daarna tot een minimum. De electrische methode levert geheel dezelfde resultaten als andere wijzen van onderzoek,

zooals plasmolyse, exosmose enz. enz. en dit bewijst dus, dat de electrische methode de permeabiliteit van het protoplasma voor ionen aangeeft.

W. J. VAN OSTERHOUT komt tot dezelfde resultaten in zijn monographie: On recovery, irritability of tissues. Baltimore 1922.

In het Ned. Tijdschrift voor Geneeskunde 1922, deel I, Blz. 1780, vindt men een mededeeling uit het laboratorium van het Anthonie van Leeuwenhoekhuis, betreffende het electrochemisch carcinoomonderzoek, door N. WATERMAN.

Bij de bestudeering van het gezwelproces moet men, behalve aan de onmiddellijk zichtbare uitingen, tevens en vooral ook denken aan de verschillende moleculaire en grover disperse systemen, die zich in wisselwerking afspelen tusschen de levende cel en haar omgeving. Wij hebben toch in ons organisme haast met niet anders te doen dan met series grensvlakken tusschen weefselvloeistofcellichaam-kern.

Het woord celmembraan kan beter vervangen worden door te spreken van grensvlak en hierover gaat deze studie speciaal bij het kankerproces.

Het is reeds a priori duidelijk, dat de toestand aan de grensvlakken niet alleen de morphologie der aangrenzende deelen via de oppervlaktespanning beheerscht, maar ook en voornamelijk, dat hand in hand daarmede op de doorlaatbaarheid voor verschillende stoffen, maar ook vooral op de electriciteit meevoerende en voor de cel zoo belangrijke ionen, invloed wordt uitgeoefend.

Het is bekend, dat normale cellen den electrischen stroom een grooten tegenstand bieden m. a. w. een grooten electrischen weerstand vertoonen, hoewel, zoowel in als buiten de cel stroomgeleidende ionen (dragers der electriciteit) in groote hoeveelheid aanwezig zijn. De verklaring van deze tegenstrijdigheid moet zijn, dat juist aan de grensvlakken hindernissen voor den stroomdoorgang bestaan. Blijkt dus een geringere weerstand te bestaan, dan wijst dit op physisch-chemische veranderingen aan de grensvlakken. Grofweg gesproken bestaat, dit bij kanker; de techniek, die moet worden aangewend om dit te bestudeeren, is niet eenvoudig.

Weerstanden worden over het algemeen gemeten volgens de methode met de brug van WHEATSTONE, terwijl dan als stroom een zuiver sinoïdale wisselstroom wordt gebruikt.

CLOWES, Journal of Cancer Research 1918, vond een verminderden weerstand in kankerweefsel, maar geeft geen beschrijving van de methode en vermeldt ook niets over polarisatie, die zich toch bij ieder onderzoek van levend weefsel voordoet, zij het dan in meerdere of mindere mate. Deze polarisatie is een electromotorische tegenkracht, die zich ergens in de stroombaan ontwikkelt, aan de electroden bijv. of in dit geval aan de grensvlakken. De polarisatie brengt een phaseverschil bij wisselstroom, waarover hier uitsluitend gesproken wordt, teweeg.

Men stelt zich dit proces het eenvoudigst aldus voor: bij het gaan van een stroom door electrolyten bewegen zich de kationen naar de negatieve en de anionen naar

de positieve pool; op deze beweging berust het geleidingsvermogen voor den electrischen stroom. Aan de kathode en aan de anode aangekomen, geven de ionen hunne ladingen af en daardoor ontstaat een tegenkracht — dit is de polarisatie.

Hoewel dit in levend weefsel eenigszins anders geschiedt komt hierbij ook een polarisatie tot stand, die men zich het best aldus kan voorstellen:

Potentiaalverschillen kunnen op zeer verschillende wijzen ontstaan. Zij zijn steeds aanwezig wanneer twee phasen, die beide electrisch geladen deeltjes bevatten, met elkaar in evenwicht zijn. Ook in gevallen waar geen evenwicht is, b.v. wanneer twee oplossingen van verschillende concentratie met elkaar in aanraking zijn, al dan niet gescheiden door een membraan, treden potentiaalverschillen op.

Wanneer twee oplossingen van gelijke concentratie door een membraan gescheiden zijn, treden geen potentiaalverschillen op. Bij stroomdoorgang zullen er echter ook in dit laatste geval concentratieveranderingen ontstaan, die een potentiaalverschil (polarisatiespanning) teweegbrengen, dat steeds tegengesteld is aan de richting van den doorgeganen stroom. Vergelijkt men nu den celwand met de bovenbedoelde membraan, dan is het duidelijk, dat bij stroomdoorgang een reeks van deze celwanden een aanzienlijke polarisatiespanning kan geven. Is nu echter voor den één of anderen electrolyt de celwand volkomen doordringbaar of doorlatend, dan zal het voor dezen electrolyt zijn, alsof er geen celwand bestond en zal er dus ook geen polarisatiespanning optreden.

Hoe zal men nu den weerstand bepalen van levend weefsel ? Nu volgt een beschrijving van het technische gedeelte, waarbij opgemerkt wordt, dat het minimum scherp gemaakt wordt door toevoeging van een zelfinductie (kunstgreep van WIEN), waarbij men dan tevens door de ingeschakelde hoeveelheid zelfinductie een maat heeft voor de grootte der polarisatie. Op raad van Prof. ZEEMAN gebruikt men lampenglazen, die met één laag geïsoleerd draad omwonden zijn en als stroombron een generator voor sinoïdalen wisselstroom door audionlampen. (Het technisch gedeelte wordt in een volgend hoofdstuk uitvoerig besproken).

Het resultaat van vele metingen is, dat er een bepaalde verhouding bestaat tusschen polarisatie en weerstand bij versch weefsel, welke door Dr. WATERMAN P/W. coëfficiënt genoemd werd. P/W is in dit onderzoek bij normaal weefsel 1/200.

Weefsels, zoowel normale als kwaadaardige gezwelweefsels, worden met verschillende oplossingen doorstroomd en nu blijkt, dat bij normaal weefsel verwisseling van de Ringersche vloeistof met isotonische NaCl of KCl geen noemenswaardige verandering geeft in polarisatie en weerstand, terwijl bij isotonische $CaCl_2$ de weerstand niet veel verandert, misschien iets stijgt, maar de polarisatie daalt; bij kwaadaardige gezwellen is dit juist andersom; de weerstand en de polarisatie stijgen aanmerkelijk bij doorstrooming met $CaCl_2$. Gewoon ontstekingsweefsel reageert normaal, normaal granulatieweefsel vertoont een hooge polarisatie. Kwaadaardig gezwelweefsel geeft, met RINGER doorstroomd ook veel geringere waarden dan

normaal weefsel en is de verhouding P/W ongeveer 1/1000.

Een verklaring voor deze feiten is niet eenvoudig. Het best kan men zich de zaak zóó voorstellen, dat men aanneemt, dat aan de grensvlakken der kankercellen een sterkere dispersiteit bestaat van de begrenzende colloïdale stoffen, waardoor het nauwkeurig gedifferentieerde verschil in indringingssnelheid der omspoelende ionen wordt opgeheven, waarmede dus ook de polariseerbaarheid valt. Dit hydrophile colloïd aan het grensvlak bestaat waarschijnlijk uit lipoïde stoffen. Doorstrooming met $CaCl_2$ vermindert de dispersiteit van dit colloïd, welks deeltjes elkaar meer naderen, de onderlinge tusschenruimten worden kleiner en de mogelijkheid voor een gedifferentieerd intreden der ionen is dan weer in meerdere of mindere mate hersteld en kan er dus bij stroomdoorgang weer polarisatie optreden. CLOWES stelt zich deze veranderingen wel eenigszins anders voor, maar een bespreking hiervan zou te ver voeren, ze zijn volgens opgave van Dr. WATERMAN te vinden in Journal of phys. Chemistry, Band 20, 1917 en in het Kolloid Zeitschrift 1915, Bldz. 230.

Het Biochemische Zeitschrift, Sonderabdruck aus 133. Band, Heft 4/6. 1922, handelt over Physikalisch-chemische Untersuchungen über das Karzinom, von N. WATERMAN. II. Tumor und Permeabilitätsproblem.

Dr. WATERMAN gaat in deze verhandeling veel dieper in op de technische bijzonderheden van de opstelling en de verdere methode van onderzoek. Verder wordt hetzelfde behandeld als in het Ned. Tijdschrift voor Geneeskunde 1922 en 1923 voorkomt, waarvan het eerste ge-

deelte hierboven reeds besproken is en het tweede gedeelte later zal volgen. Uit de vele bijgevoegde tabellen blijkt duidelijk dat bij dit onderzoek slechts de verhouding van weerstand en polarisatie het essentieele van het resultaat uitmaken en dus de dikte van het praeparaat, de frequentie van den gebruikten wisselstroom, de vochtigheid van de, in de een of andere oplossing gedrenkte, electroden en de temperatuur waaronder de proeven genomen zijn geen storenden invloed op deze resultaten geven. Wel degelijk wordt er echter op gewezen, dat de frequentie en de temperatuur grooten invloed hebben op weerstand en polarisatie, ieder afzonderlijk beschouwd.

In het Proefschrift van Dr. BIJTEL, Leiden, 1922, handelende over „De eigenschappen van het menschelijk lichaam als stroomgeleider", is het volgende van belang.

De physische verschijnselen, die zich voordoen wanneer men een electrischen stroom door het menschelijk lichaam voert zijn vrij samengesteld. Zij kunnen niet op eenvoudige wijze verklaart worden door het lichaam gelijk te stellen aan een voorwerp, dat uitsluitend Ohm'schen weerstand bezit. Ter verklaring van deze verschijnselen heeft men de polarisatie te hulp geroepen. Over de beteekenis der polarisatie bij doorstrooming van levend weefsel loopen de meeningen nog zeer uiteen. GILDEMEISTER vond een duidelijke condensatorwerking, die met behulp van een variabele zelfinductie quantitatief bepaald werd. Vervolgens worden de onderzoekingen van GALLER, BELOUSS en KAUFHOLD aangehaald, evenals die van WIEN, voor zoover het betreft de regels, die WIEN aangegeven heeft voor een polariseerende cel. Het

bleek, dat de polarisatieverschijnselen moeten worden toegeschreven aan polarisatiecapaciteit en niet aan condensatorwerking.

In het tweede hoofdstuk vinden we in paragraaf 2 vermeld, dat Dr. BIJTEL heeft gevonden, dat het lichaam een capaciteit bezit en dat deze verdeeld moet worden in een polarisatie-capaciteit en in een electrostatische capaciteit.

Op blz. 55 staat, dat de weerstand van de opperhuid zeer veranderlijk is en dat de weerstand van de inwendige deelen en de dielectrische capaciteit, die steeds aanwezig is, waar twee goede geleiders door een niet of slecht geleidende laag gescheiden zijn, ook lang niet constant gevonden worden.

Onder Samenvatting No. 5 zien we, dat de weerstand en de polarisatiewijzingen steeds parallel aan elkaar verloopen, hetgeen theoretisch ook zeer verklaarbaar is. Beide verschijnselen zijn althans in de huid gevolgen van éénzelfde oorzaak, te weten de verandering in ionenconcentratie; neemt de ionenconcentratie af, dan nemen weerstand en polarisatie ook af en omgekeerd.

Het Ned. Tijdschrift voor Geneeskunde, 1923, II B., Bldz. 2579, geeft de verdere electrochemische onderzoekingen over Kanker door Dr. N. WATERMAN.

Op bldz. 2587 vermeldt Dr. WATERMAN, dat CLOWES en OSTERHOUT, hoewel deze laatste bijna uitsluitend met plantencellen werkte, beiden vonden, dat ook bij normale weefsels de weerstand en polarisatie door Ca-doorstrooming zouden worden verhoogd. Deze beweringen stemmen niet met de uitkomsten, door Dr. WATERMAN gevon-

den, overeen, die juist eerder een verlaging van weerstand en polarisatie kon vinden dan een vermeerdering.

Onder de chemische invloeden wordt medegedeeld, dat verschillende zoutoplossingen verschillende waarden voor den P/W coëfficiënt geven en dat ook verschillende organische stoffen de functies van de cellen zeer verschillend kunnen beïnvloeden en hierin reversibele en niet-reversibele veranderingen kunnen teweegbrengen. Onder deze verschillende organische stoffen worden meer speciaal bedoeld die stoffen, die behooren tot de groote groep der narcotica. In het algemeen is het verloop zoodanig, dat men eerst een stijging en daarna een daling krijgt van de P/W waarde om ten slotte weer een stijging tot het normale te vinden, mits de gift van het narcoticum niet te groot is geweest en herstel dus niet is buitengesloten. Men stelle zich nu voor, hoe ons lichaam, dat over tallooze van deze actieve lichamen beschikt en zeker dergelijke lichamen vormt, in staat is, met behulp daarvan den P/W coëfficiënt van de verschillende organen en in verband daarmede hun functies van water- en voedselopname te regelen, en tevens hoe volgens deze electrochemische methode de activiteit van bepaalde groepen kan worden nagegaan.

Onderzoekt men bij gezwelweefsel den invloed dezer organische stoffen, dan is de stijging en daling nog wel waar te nemen, maar in zoo geringe mate, dat, indien deze bij normale weefsels niet zoo duidelijk geconstateerd was, men deze hierbij gemakkelijk over het hoofd zou kunnen zien.

Ten slotte wordt nog het pancreas besproken, dat zich

geheel anders dan de normale weefsels gedraagt en veel meer overeenkomst vertoont met kwaadaardig gezwelweefsel, wat betreft den P/W coëfficiënt en de reactie tegenover $CaCl_2$.

Er bestaat nog eenige andere literatuur, die echter m. i. meer in verwijderd verband met dit onderzoek staat en meer speciale problemen behandeld. Enkele ervan worden in de besproken literatuur aangehaald en ik wil hieraan nog toevoegen: HÖBER — Ueber dem Einfluss der Salze auf den Ruhestrom des Froschmuskels. Archiv für die gesammte Physiologie 1905.

F. G. DONNAN, Theorie der Membrangleichgewichte und Membranpotentiale bei vorhanden sein von nicht dialysierenden Elektrolyten. Zeitschrift für Electrochemie 1911.

## § III. *Literatuur over de toepassing van het onderzoek naar weerstand en polarisatie in weefsels.*

Hierover valt maar zeer weinig mede te deelen, aangezien er in de literatuur zeer weinig te vinden is. Wel kan men, zooals in het literatuuroverzicht gebleken is, verschillende onderzoekingen vinden, eensdeels naar het wezen der polarisatie als zoodanig en andersdeels naar de verschillende toestanden, die deze polarisatie beïnvloeden, maar een werkelijke, praktische toepassing om tot een of ander onderscheid of diagnose te komen is, zoover ik ten minste meen te weten, het eerst theoretisch toegepast door CLOWES, die meende eenige diagnostische

beteekenis te mogen toeschrijven aan een vermindering van weerstand bij kankergezwellen.

Door Dr. WATERMAN is hier te lande het onderzoek naar polarisatie en weerstand in een praktisch toepasselijken vorm gegoten en het is hem mogen gelukken om door middel van deze bepalingen en de onderlinge vergelijking daarvan duidelijk een onderscheid tusschen normaal en kankerweefsel aan te toonen.

Dit onderzoek van Dr. WATERMAN omvat niet alleen het electrometrisch onderzoek, maar breidt zich verder uit tot een electrochemisch onderzoek, doordat niet alleen naar weerstand en polarisatieverschijnselen gezocht is, maar tevens deze grootheden zijn bestudeerd onder den invloed van doorstrooming met verschillende ionen. Dit laatste onderdeel begeeft zich meer op het gebied der permeabiliteit voor de verschillende ionen en hierdoor is het kankeronderzoek gerangschikt in het groote vraagstuk over de permeabiliteit en het onderzoek naar de functies van de celmembranen.

Uit persoonlijke gesprekken en een mededeeling van de firma SMITH en HOOGHOUDT weet ik, dat het Solvay instituut te Brussel op dergelijke wijze als Dr. WATERMAN aan het onderzoeken is en éénzelfde toestel bezit, dat ook door deze Amsterdamsche firma geleverd is en door Dr. WATERMAN persoonlijk te Brussel werd gedemonstreerd.

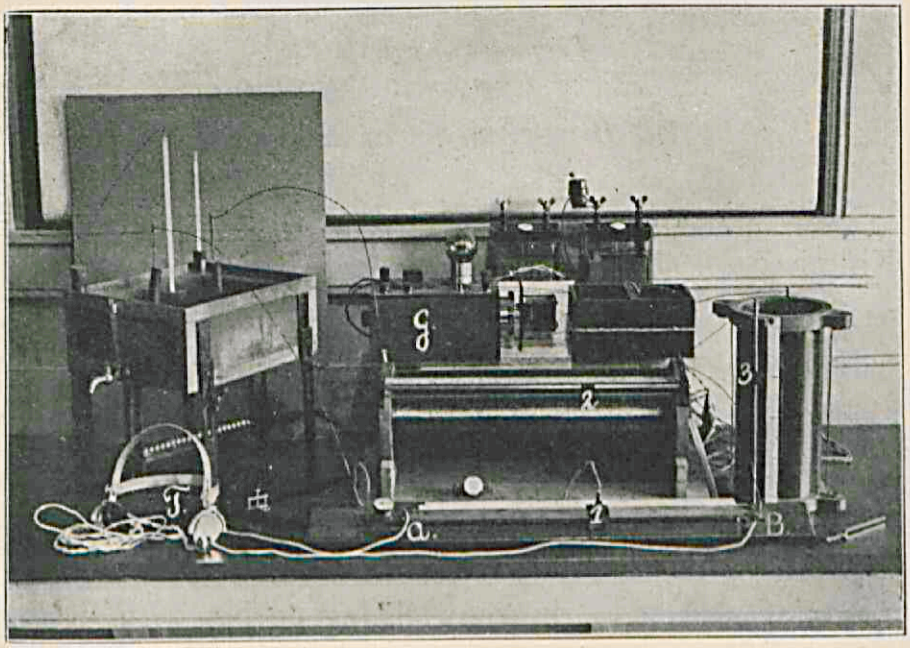
Wat het onderzoek van CLOWES in 1918 (Journal of Cancer Research III) betreft, hierover geeft Dr. WATERMAN in het Biochemische Zeitschrift aan, dat CLOWES wel spreekt over verminderden weerstand bij kwaadaardige

gezwellen, maar hij geeft niet aan of er hier alleen sprake is van zuiveren Ohm'schen weerstand of dat het hier ook om polarisatieweerstand gaat en evenmin wordt de methode aangegeven, waarop dit onderzoek verricht werd.

Uit een zoo juist van Dr. WATERMAN ontvangen schrijven blijkt mij, dat de methode in Amerika met goed succes wordt toegepast voor de topische hersendiagnostiek van gezwellen.

Aangezien er nergens in de literatuur over dit onderwerp iets te vinden is van een systematisch onderzoek van het een of andere weefsel gedurende den tijd dat het weefsel afsterft en over spieren feitelijk geen enkel afzonderlijk onderzoek werd verricht, meende ik het verloop der polarisatie en van den weerstand door een systematisch onderzoek van vleesch eerst te moeten nagaan. Hierbij zouden dan waarschijnlijk tot nu toe onbekende verschijnselen aan het licht komen en aan de hand hiervan zou het misschien mogelijk zijn een bepaalde methode van onderzoek aan te geven.

# ALGEMEENE FOTO VAN DE TOESTELLEN VOOR ELECTROMETRISCH ONDERZOEK.




Van links naar rechts:

Koptelefoon (T.) met waterbad, waarin praeparaathouder en thermometers.

In het midden van onder naar boven de meetdraad (A.-B.), de fijnregel-zelfinductiespoel (2), de generator (G.) met de hoogspanningsbatterij en daarachter de accumulatoren met den schakelaar.

Geheel rechts de grofregel-zelfinductiespoel (3).

# EIGEN ONDERZOEKINGEN.

## HOOFDSTUK II.

*Technisch gedeelte.*

### § 1. *Beschrijving van het toestel.*

De eerste proeven werden genomen met een brug van KOHLRAUSCH en een paar stalen pennen, die op een bepaalden afstand en een bepaalde lengte gefixeerd waren.

Het bleek echter weldra, dat hiermede geen zuivere uitkomsten verkregen werden, ten eerste omdat deze electroden polariseerbaar waren, en ten tweede omdat het contact met het weefsel niet geacht kon worden altijd even goed te zijn. Deze pennen werden eenvoudig in het vleesch gestoken in dwarse richting op het verloop der spiervezelen en daarbij bestaat er kans, dat den eenen keer de pen in spierweefsel komt en den anderen keer juist langs een peesplaat.

Een nadere bestudeering van de proeven, door Dr. WATERMAN genomen, en een bezoek aan het laboratorium van het Anthonie van Leeuwenhoekhuis, waar Dr. WATERMAN zoo welwillend was mij op zeer vriendelijke en duidelijke wijze zijn geheele toestel uit te leggen en te demonstreeren, maakte mij zeer duidelijk, dat een andere techniek zou moeten worden gevolgd om eventueel resul-

taten te kunnen bereiken en er althans aanspraak op te kunnen maken, dat dit onderzoek, zooals trouwens al eerder door Prof. VAN OIJEN aangegeven was, op de hoogte van den tijd zou zijn. Ik wil hier dus een beschrijving laten volgen van het door mij gebruikte toestel volgens het door Dr. WATERMAN en Prof. ZEEMAN ontworpen principe, en zooals reeds eerder door PHILIPPSON werd gebruikt, waarop Dr. WATERMAN na de publicatie van zijn eerste proeven en onderzoekingen door Prof. ZWAARDEMAKER attent werd gemaakt, voor zoover het betreft de audion-lampen.

Een afzonderlijke beschrijving van de verschillende onderdeelen van het geheele toestel zal hier nu volgen:

De generator voor zuiver sinoïdalen wisselstroom werd uitgevoerd door de firma SMITH en HOOGHOUDT te Amsterdam, welke firma inmiddels ontbonden is en aan SMITH is overgegaan. De heer SMITH was zoo welwillend mij op aanvrage nog de schematische teekening van den generator te verschaffen en werd steeds bereid gevonden om mij technische voorlichting te geven.

Deze generator werd geleverd met één lamp, aangezien, het den constructeurs in de praktijk gebleken was, dat één lamp evengoed functionneerde als twee lampen, die parallel geschakeld waren, zooals door Dr. WATERMAN gebruikt worden.

De meetdraad werd mij welwillend in bruikleen afgestaan door den directeur van den Keuringsdienst voor Waren alhier. Deze draad was echter den laatsten tijd

niet meer gebruikt en werd daarom opnieuw geijkt met gelijkstroom; een zeer gevoeligen galvanometer, en een zeer zuiveren weerstandsbank, die mij welwillend ter beschikking werd gesteld door de directie van de Electrische Centrale te dezer stede. Deze ijking geschiedde nu niet meer m.M. voor m.M., zooals dat in den regel gebeurt, maar op dezelfde wijze, als dit geschied is op een brug van KOHLRAUSCH. Hierop is n.l. deze draad zoo verdeeld, dat men direct kan aflezen in eenheden en decimalen, met welk getal men den bekenden, ingeschakelden weerstand moet vermenigvuldigen om den onbekenden weerstand te weten.

Dit geschiedde nu ook met dezen draad en wel met zulke kleine verschillen, dat de aflezing mogelijk was tot in twee duizendsten van den bekenden weerstand van 500 of van 1000 Ohm, al naar de weefselweerstand kleiner of grooter was om in het midden van den meetdraad te kunnen werken. Deze bijbehoorende weerstanden werden tevens op hun juistheid onderzocht en in orde bevonden.

De telefoon, als nulinstrument gebruikt, vereischte ook eenige bijzondere voorzorgen. De gewone, gebruikelijke laagohmige telefonen, die in den regel bij dergelijke metingen en ook bij de brug van KOHLRAUSCH gebruikt worden, voldeden niet aan de door mij gestelde eischen. Het minimum op de meetlat was altijd nog eenige m.M. breed, dus niet absoluut scherp. Dit was echter nog niet onoverkomelijk, maar de juiste mate van zelfinductie in te schakelen was niet doenlijk; op de zelfinductiespoel

waren het c.M. lange stukken, die geen verandering in de telefoon gaven en, er was dus van een zuivere afstelling of compensatie van de polarisatie geen sprake. De firma SMITH en HOOGHOUDT leverde hiervoor een Brown'sche telefoon, die tevens dubbel in den vorm van een koptelefoon werd uitgevoerd en een weerstand bezit van $2 \times 60$ Ohm, hetgeen volgens deze firma de beste resultaten moet geven. Aan deze uitvoering als koptelefoon zijn praktisch ook zeer groote voordeelen verbonden. Ten eerste heeft men beide ooren om mede te luisteren en zijn beide ooren bedekt, waardoor men dus van geluiden buitenaf lang niet zooveel hinder ondervindt als bij een enkele telefoon. Ten tweede heeft men beide handen vrij, hetgeen van onschatbaar gemak is bij het zoeken en het afstellen van het minimum op den meetdraad met de eene hand, terwijl men met de andere hand gelijktijdig het schuifcontact op de zelfinductiespoel kan bedienen. Juist door het gelijktijdig kunnen werken met beide contacten is het zoeken van de juiste afstelling snel te bereiken. Deze Brown'sche telefoon is wel vrij kostbaar, maar buitengewoon gevoelig en zeer solide gemaakt.

De zelfinductiespoelen, die door mij gebruikt werden, bestonden uit groote, dik kartonnen trommels, waarop één laag van geëmailleerd koperdraad gewonden was, de eene klos voor fijnregeling met dikkeren draad en de tweede met dunneren draad, om in gevallen van zeer groote polarisatie in te schakelen. Beide spoelen zijn voorzien van schuifcontacten. Dr. WATERMAN gebruikt lampenglazen, die met dergelijken draad ook éénlagig om-

wonden zijn en in een doos 12 in aantal zijn ondergebracht, terwijl één een schuifcontact heeft voor fijninstelling. De zelfinductie van deze spoelen is te berekenen volgens de

$$\text{formule: } L = \frac{4\,\pi \times n^2 \times \pi\, r^2}{l \times 10^9} \text{ HENRY.}$$

Deze formule geldt feitelijk voor een oneindig lange spoel en moet voor de spoelen, die hier gebruikt zullen worden, als volgt gecorrigeerd worden: gecorrigeerde

$$\text{formule: } L = \frac{4\,\pi \times n^2 \times (\sqrt{l^2 + r^2} - r) \times \pi\, r^2}{l^2 \times 10^9} \text{ HENRY,}$$

waarin $n$ het aantal windingen voorstelt en $r$ de straal is van de doorsnede, terwijl $l$ de lengte van den klos in c.M. weergeeft.

Evenzoo kan men den weerstand tegenover wisselstroomen van een bepaalde frequentie berekenen uit de volgende formule, waarin $w$ den weerstand tegenover den gelijkstroom voorstelt, L de zelfinductie in HENRY's en T de trillingstijd, dat is dus 1 gedeeld door de frequentie van den wisselstroom.

$$W = \sqrt[2]{(w^2 + \frac{4\,\pi^2 L^2}{T^2})} \text{ Ohm.}$$

De zelfinductie voor de horizontale fijnregelspoel wordt dus als volgt berekend:

$$L = \frac{4\,\pi^2 \times 634^2 \times (\sqrt{44^2 + 6.75^2} - 6.75) \times 6.75^2}{44^2 \times 10^6} =$$

14.10 millihenry per 44 c.M. lengte en dit is dus per c.M. $= \frac{14.10}{44} = 0.325$ millihenry.

Voor de verticale grofregelspoel wordt dit:

$$L = \frac{4\,\pi^2 \times 596^2 \times (\sqrt{24^2 + 6.75^2} - 6.75) \times 6.75^2}{24^2 \times 10^6} =$$

20.41 millihenry per 24 c.M. en dit is dus per 6 c.M.: $\frac{20.41}{4} = 5.1$ millihenry.

De weerstand voor de horizontale spoel van 44 c.M. is:

$$W = \sqrt{\{\,15^2 + (4\,\pi^2 \times 0.0141^2 \times 586^2)\,\}} = 54 \text{ Ohm}$$

per c.M. wordt deze weerstand dus: $\frac{54}{44} = 1.25$ Ohm.

De weerstand van de verticale grofregelspoel van 24 c.M. is:

$$W = \sqrt{\{\,33^2 + (4\,\pi^2 \times 0.02041^2 \times 586^2)\,\}} = 82 \text{ Ohm}$$

per 6 c.M. wordt deze weerstand: $\frac{82}{4} = 20.5$ Ohm.

Natuurkundig zijn deze berekende waarden misschien niet precies juist, maar voor een proefondervindelijke bepaling bestond geen gelegenheid. Voor het resultaat van het onderzoek is deze eventueele fout, die toch zeer klein is, van geen invloed, daar er steeds vergelijkingen worden gemaakt en de gemaakte fouten dan tegen elkaar wegvallen.

## § II. *Beschrijving van den praeparaathouder.*

De wijze, waarop men nu het weefsel moet onderzoeken, komt praktisch hierop neer, dat men een stukje weefsel tusschen twee onpolariseerbare electroden zoodanig bevestigt, dat het in den stroomkring geplaatst kan worden.

Hiervoor werd door Dr. WATERMAN een glazen buis genomen, waarin aan beide einden een paar verzilverde koperen staafjes pasten, die aan de uiteinden door een gummislangetje omgeven zijn, dat tevens om de einden van het glazen buisje sluit en zoodoende dus verdamping in het glazen buisje door hermetische afsluiting tegengaat. In den glazen buis komen tegen de koperen staven twee geplatineerde goudelectroden, waartegen wederom vier schijfjes filtreerpapier rusten, en daartusschen wordt dan het weefselstukje geplaatst. Aan de andere uiteinden komen tegen de koperen staafjes twee koperen plaatjes, waaraan twee draden gesoldeerd zijn, die naar twee kwikcontacten gaan, ten einde den praeparaathouder in den stroomkring op te nemen. De glazen buis met inhoud, koperen staafjes, koperen plaatjes, waaraan de geleidraden gesoldeerd zijn, wordt nu in een slede gelegd en vastgeschroefd in de lengterichting, waardoor dus de plaatjes — koperen staafjes — electroden — filtreerpapierschijfjes en weefsel flink tegen elkaar gedrukt worden. Het geheel kan dan in een groote reageerbuis geplaatst worden en deze laatste staat in een waterbad van bepaalde temperatuur. Direct valt hier nu op te merken, dat de temperatuur van het waterbad zeer lang zal moeten inwerken door den vrij dikken luchtmantel heen, om het praeparaat in het binnenste glazen buisje op dezelfde temperatuur te laten komen. Alle afzonderlijke deelen zijn zeer goed te reinigen.

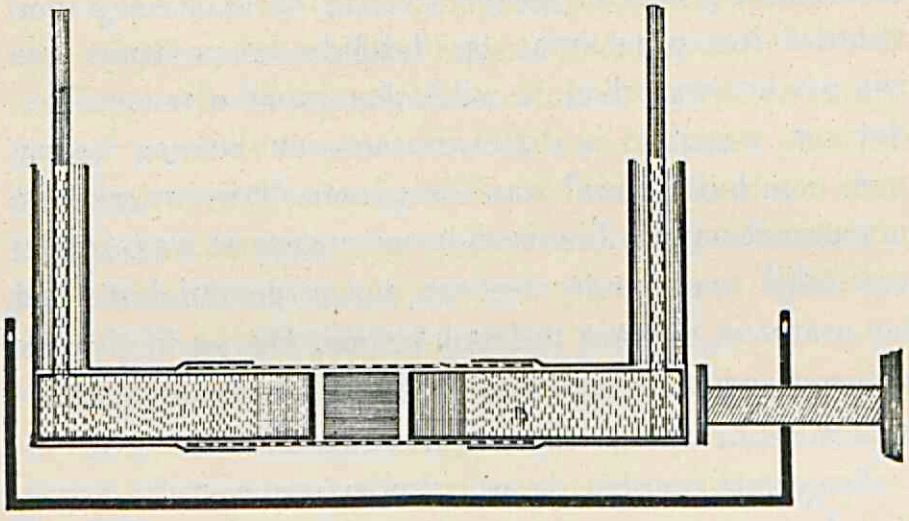
Het weefsel wordt evenals de filtreerpapierschijfjes met behulp van een doorslag op den goeden diameter gemaakt. Men kan nu deze filtreerpapierschijfjes in verschillende

oplossingen drenken en zoo dus het weefsel met verschillende ionen doorstroomen. Het is voor het onderzoek van Dr. WATERMAN noodzakelijk om aschvrij fitreerpapier te gebruiken, aangezien er anders Ca-ionen in zouden voorkomen en dit juist voor het kankeronderzoek van groot belang is.

Deze praeparaathouder van Dr. WATERMAN beviel mij echter niet geheel, aangezien het veel te lang zou duren, voordat het praeparaat op dezelfde temperatuur zou zijn als het waterbad. Ik wilde dus trachten te bereiken, dat het waterbad in direct contact zou kunnen komen met den buitenwand van de glazen buis, waarin het praeparaat aan de binnenzijde samengeperst was, zonder natuurlijk een of ander deel van den verderen inhoud met het water in contact te laten komen. Dit nu kon op de volgende wijze bereikt worden, hetgeen uit de bijgaande schetsteekening duidelijk is na te gaan.

Ten eerste werden de geleidraden van zeer dik koperdraad genomen en rechthoekig aan de einden van de koperen cylinders vastgesoldeerd of feitelijk hierin vastgesoldeerd, zoodat aan dit contact nooit iets zou kunnen haperen. Om dezen dikken draad en om de daaraan grenzende helft van de koperen staaf werd een gummibuis aangebracht van zoodanige diameter, dat deze goed sloot om de koperen staaf, maar deze niet zoo vast omklemde, dat men de glazen buis niet meer tusschen de koperen staaf en de gummislang zou kunnen inschuiven. Deze laatste nu omsluit de glazen buis hermetisch en hier kan dus geen water indringen, terwijl de koperen staaf zoodanig wordt omklemd, dat eventueele spanningen, in de

SCHEMATISCHE TEEKENING VAN DEN PRAEPARAATHOUDER OP NATUURLIJKE GROOTTE.



De glazen buis is horizontaal en dik gestippeld.

Het weefsel in het midden horizontaal fijn gestreept, daarnaast de schijfjes filtreerpapier geheel blank, dan de zwarte onpolariseerbare electroden. Nu volgt, verticaal gestreept, dat gedeelte der koperen staven, dat zichtbaar is buiten de gummibuis door de glazen buis heen. Vertikaal gestippeld, het onzichtbare gedeelte van koperen staaf met dik koperdraad naar boven binnen de gummibuis en om alles heen de schroefslede met schroef.

glazen buis ontstaan door het inschuiven van de beide koperen staven aan beide zijden, toch hierlangs gemakkelijk kunnen ontwijken. Om het einde van de koperen staaf laat zich de gummislang gemakkelijk rechthoekig naar boven buigen en komt zoodoende boven het niveau van het waterbad uit. De glazen buis met gummislangen aan beide einden en koperen staaf en draad worden nu in een slede met schroef geklemd, zoodat alles goed tegen elkaar gedrukt is. Met het verwisselen van weefsel zou het toch mogelijk zijn, dat er eenige vochtigheid zou kunnen ontstaan tusschen glasbuitenwand en gummibinnenwand. Daardoor zou eenige geleiding kunnen optreden en daarom werd voor alle zekerheid het waterbad gevuld met gedestilleerd water, waarvan de weerstand praktisch oneindig groot is. Op deze wijze was het dus mogelijk de temperatuur van het te onderzoeken weefsel binnen korten tijd gelijk aan die van het waterbad te krijgen en zoodoende met een constante temperatuur alle proeven te kunnen doen. Proefondervindelijk werd met behulp van een cavia-thermometer bepaald, dat het weefselstukje in tien minuten de temperatuur van het waterbad heeft aangenomen. Om het onderschuiven van de glazen buis, waarin zich het praeparaatweefsel bevindt, tusschen koper en gummi te vergemakkelijken, werd voor iedere proevenreeks de gummibuis even afgenomen en van binnen met talk flink bepoederd.

De diameter van de glazen buis werd grooter gekozen, dan Dr. WATERMAN gebruikt, omdat hier toch steeds weefselstukken van voldoende grootte ter beschikking

zouden zijn en eventueele veranderingen dan duidelijker te voorschijn zouden treden. De diameter, inwendig gemeten is 13 m.M. De doorslag voor het filtreerpapier is ook 13 m.M. en de gummislang werd besteld met een inwendigen diameter van 11 m.M. hetgeen in de praktijk precies bleek te voldoen.

### § III. *Het maken van het praeparaat.*

Het maken van het weefselpraeparaat levert vrij groote moeilijkheden op. Het uitslaan met een doorslag gaat wel goed voor eenige m.M. dikke praeparaten, maar niet voor weefselstukken van 10 en 15 m.M. lengte. Men perst het weefsel te veel uit elkaar en krijgt een praeparaat, dat min of meer conisch toeloopt, in plaats van een zuiver cylindrisch stukje. Hiervoor moest dus iets anders bedacht worden in den vorm van een appelboor. Er werd een zeer dunwandige koperen buis voor genomen met een inwendigen diameter van 14 m.M., dus 1 m.m. wijder dan de glazen buis van den praeparaathouder, opdat het weefsel, in deze glazen buis gebracht, vanzelf al goed tegen de wanden ervan zou komen te liggen en er dus zoo min mogelijk gelegenheid zou bestaan voor de RINGER-vloeistof om hiertusschen een geleidende laag te vormen. Om het stukje weefsel zoo zuiver mogelijk te kunnen uitsnijden werd deze koperen buis aan één einde zoo scherp mogelijk geslepen en met deze vleeschboor is het nu zeer goed mogelijk om een zuiver cylindrisch stukje weefsel uit te snijden. De diameter van dit praeparaat wordt in de glazen buis van den praeparaat-

houder vanzelf door de persing steeds op den juisten maat gebracht.

Om nu de lengte van het praeparaat ook te kunnen regelen, ten einde in dit onderzoek zooveel mogelijk constanten te verkrijgen en daardoor een vergelijken mogelijk te maken, is een speciale bewerking noodig, daar men anders, zelfs wanneer zij uit plakken, die op het oog even dik waren, gesneden werden, telkens tot de ontdekking komt, dat het praeparaat, eenmaal in den houder gefixeerd, onder constanten druk niet de dikte heeft, die men wenscht. Het eenige middel hierop was een toestelletje te bedenken, waarin het mogelijk zou zijn om het weefsel, terwijl het zich nog in de boorbuis bevindt en hierin eenigszins wordt samengeperst, af te snijden.

Deze bewerking kon op de volgende wijze zeer goed worden uitgevoerd en het bleek later, dat de praeparaten, die zich kant en klaar voor de opmeting in de glazen buis bevonden, steeds gelijk van lengte waren. Dit werd met een schuifmaat bepaald. Hierbij blijkt tevens het voordeel van een glazen buis, hoewel deze nogal breekbaar is, daar men er door heen kan zien, of alles goed op zijn plaats zit, en deze contrôlemetingen van buitenaf kan uitvoeren.

Nadat het praeparaat uitgesneden is en zich dus in de boorbuis bevindt, wordt deze boorbuis aan het eene einde over een afstand van ongeveer één c.M. in een andere buis geschoven, die ik de snijbuis zal noemen. Deze snijbuis is een koperen buis van denzelfden diameter als de boorbuis en hier kan dus de boorbuis zonder meer niet ingeschoven worden. Om dit nu te bereiken is een overlangsche zaagsnede van ongeveer één c.M. in deze

snijbuis aangebracht, dit deel kan opengebogen worden, omdat achter dit één c.M. lange stuk ook een dwars verloopende zaagsnede is gemaakt, die tot bijna onderaan doorloopt.

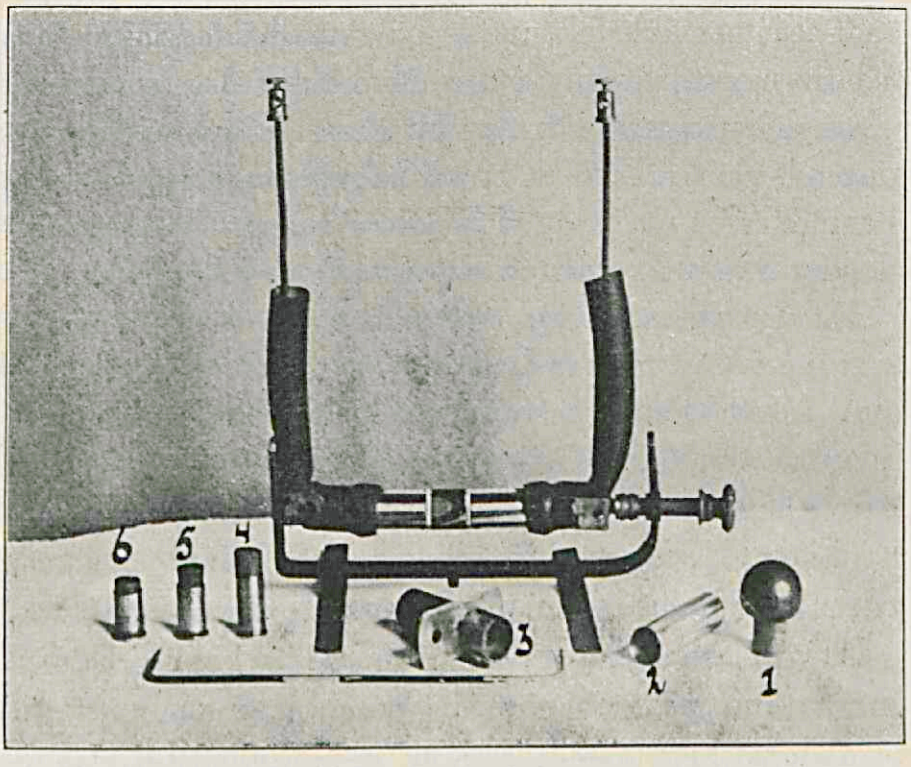
Door deze tweede, de dwarse, zaagsnede wordt de verbinding der beide stukken van deze buis betrekkelijk zwak en daarom is het geheel aan de zijde van deze zwakke verbinding, dus tegenover de overlangsche zaagsnede, op een stevig stuk koper vastgesoldeerd.

Om een stukje weefsel van 15 m.M. lengte af te snijden, handelt men nu als volgt:

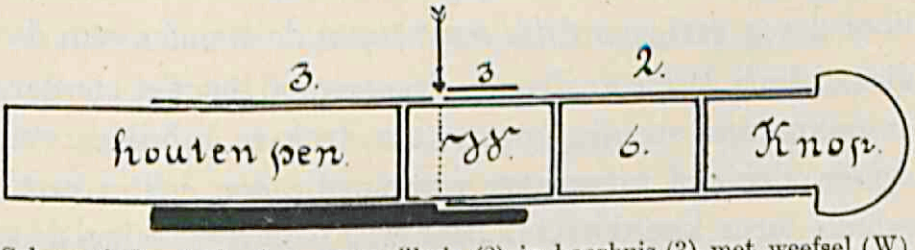
1. Men boort met de boorbuis een stukje uit een schijf weefsel en laat dit in de boorbuis zitten.
2. Men schuift de boorbuis in de opengebogen snijbuis.
3. Men steekt in het vrije einde van de boorbuis: (zie afb.)
   a. een stuk koper van passende lengte,
   b. een sluitstuk met knop.
   Het in de buis indringende deel van b moet met a vermeerderd zoo lang zijn, dat tusschen het einde van a en de dwarse snede in de snijbuis de verlangde 15 m.M. overblijven.
4. In het vrije uiteinde van de snijbuis wordt een houten pen gestoken om het weefsel iets te kunnen samendrukken, ongeveer evensterk als later in den praeparaathouder zal geschieden. (Zie teekening).
5. Het samengedrukte weefsel wordt nu met een gillettemesje, dat precies passeeren kan, in de dwars verloopende zaagsnede afgesneden.

Daarna wordt de boorbuis weer uit de snijbuis genomen en de knop van de eerste verwijderd. Men kan nu, door de

# PRAEPARAATHOUDER MET BIJBEHOORENDE INSTRUMENTEN OM HET PRAEPARAAT TE MAKEN.




Van rechts naar links:
Knop (1) met passend stuk om boven in de boorbuis (2) te plaatsen en dan het weefsel uit te booren.
In het midden de snijbuis (3) met een gilettemesje in de dwars verloopende zaagsnede.
Geheel links drie, in de boorbuis passende stukken, om respectievelijk praeparaten van het uitgeboorde weefsel af te snijden van 5 (4), 10 (5) en 15 (6) m.M.
Geheel vooraan de maat om den bepaalden afstand tusschen de opstaande uiteinden van de slede te meten. ten einde onder constanten druk het praeparaat te kunnen aanschroeven.




Schematische teekening van snijbuis (2) in boorbuis (3) met weefsel (W) op het moment van afsnijden (bij het pijltje).

boorbuis tegen de glazen buis aan te houden, het praeparaat zeer gemakkelijk uit de boorbuis in de glazen buis schuiven met behulp van dezelfde houten pen, waarmede eerst door de snijbuis heen de druk op het weefsel gedurende het afsnijden werd uitgeoefend. Het weefsel bevindt zich nu in de glazen buis van den praeparaathouder en kan verder „gemonteerd" worden.

Nu komen aan beide einden van het weefsel de vier schijfjes filtreerpapier, die in physiologische Ringer-vloeistof gedrenkt zijn. Deze vier schijfjes worden, met een doorslag van 13 m.M. diameter, uit vier stukken filtreerpapier geponst, die op elkaar gelegd worden op een stukje hard hout. De vier stukjes blijven nu vanzelf tegen elkaar zitten en zijn dus in hun geheel gemakkelijk te hanteeren.

De vochtigheid zou hier eenigen invloed kunnen hebben en daarom werden er speciale proeven genomen om dit te onderzoeken. Neemt men te weinig vloeistof, dan is de weerstand te groot en neemt men te veel, dan wordt dit te veel aan vloeistof bij den geringsten druk uit het filtreerpapier geperst. Deze vloeistof zou dan tusschen het weefsel en den glaswand loopen, waardoor hier een goed geleidende laag zou ontstaan. Men dient het schijfje filtreerpapier zoo te bevochtigen, dat bij eenigen druk er nog geen vloeistof uitgeperst wordt en het weefsel door dezen geringen druk eerst tegen de wanden van de glazen buis komt te liggen. Daarna zal bij het verder aanschroeven om den constanten druk te bereiken wel eenige vloeistof uitgeperst worden, die dan echter geen schade meer kan doen en haar weg neemt tusschen den glaswand en de koperen staven.

Praktisch is de juiste vochtigheidsgraad betrekkelijk eenvoudig te constateeren en dit levert geen moeilijkheden op. Steeds moet er echter, voordat de goede samenpersing bereikt is, eenige vloeistof uitgeperst worden, daar anders de vochtigheidsgraad en daardoor dus de weerstand niet steeds constant is.

Nu volgen de koperen staven, die aan hun begin voorzien zijn van onpolariseerbare, geplatineerde gouden electroden, die met een steeltje in een opening voor in de koperen staaf passen. Deze steeltjes zijn aangebracht om de electroden beter te kunnen hanteeren. Nadat de koperen staven in de glazen buis geschoven worden, verdwijnen de einden van deze laatste buis onder de alles afsluitende gummislang. Het geheel kan dan in de schroefslede geplaatst worden en te zamen geperst. Deze schroefslede is niets anders dan een aan beide einden omgebogen stuk bandijzer van eenigszins veerende kwaliteit, waaraan twee houders voor de met gummislang omgeven uiteinden van de koperen staven zijn aangebracht.

Eén dezer houders is door middel van een schroef naar den anderen houder toe te bewegen en zoo wordt het weefsel tusschen de electroden opgesloten. Om nu ook nog den druk constant te maken, waaronder het weefsel onderzocht wordt, zijn op de beide, naar boven omgebogen einden van het bandijzer twee merkstrepen aangebracht en als de afstand hiertusschen steeds dezelfde is en dus deze uiteinden steeds evenver uit elkaar worden geschroefd, kan men ongeveer aannemen, dat de druk tegen het weefsel ook constant is. Deze druk is n.l. ook van belang en heeft invloed op den weerstand. Proef-

ondervindelijk moest dit worden nagegaan en nu bleek, dat zoowel bij geringen als bij zeer sterken druk de weerstand grooter was, dan bij middelmatigen druk. Dit is te verklaren door aan te nemen, dat bij geringen druk de schijven filtreerpapier niet over hun geheele oppervlakte in contact komen met het weefsel eenerzijds en met de electroden anderzijds. Bij zeer sterken druk wordt er te veel vloeistof uit het filtreerpapier geperst, waardoor dit een grooteren weerstand verkrijgt. De verschillen zijn niet groot, maar eenige invloed is onmiskenbaar te constateeren en er moet rekening mede worden gehouden.

Het praeparaat is nu „gemonteerd" en kan met houder en slede geheel in het waterbad worden geplaatst.

Het waterbad is een coagulatie-stoof voor serumplaten en buizen, waarvan nu de inwendige ruimte ook met gedestilleerd water is gevuld. De thermometer in den watermantel staat op 40 of 41 graden, al naar gelang de kamertemperatuur hooger of lager is. De thermometer in het waterbad blijft dan constant op 37 graden staan, terwijl men toch telkens een nieuw praeparaat ter onderzoek erin kan zetten. Met een fijne schroefklem op de gasslang laat het bad zich zeer eenvoudig op de goede temperatuur houden.

Nu wordt bij het verwisselen met een volgend praeparaat de slede uit het waterbad genomen, de praeparaathouder losgeschroefd en dan allereerst afgedroogd om zooveel mogelijk te voorkomen, dat er een vloeistoflaag tusschen de gummislang en de koperen staven zou kunnen ontstaan. Deze vloeistoflaag, hoewel uit gedestilleerd

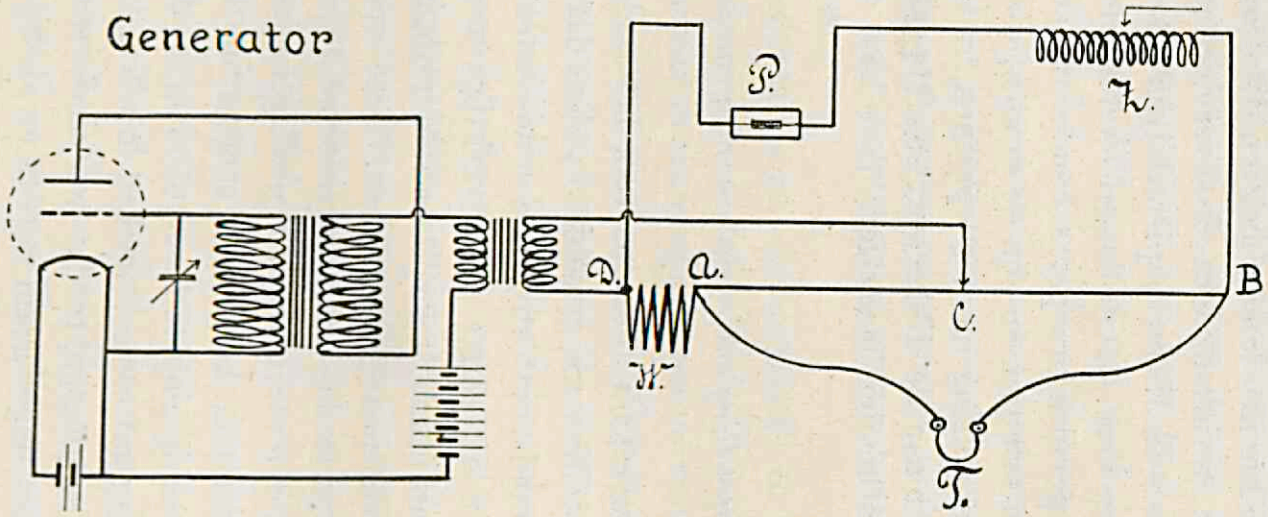
water bestaande en dus niet geleidend, zou toch aanleiding tot fouten kunnen geven, doordat deze laag in verbinding zou kunnen komen met een dito capillairlaag, van binnenuit gevormd door de overvloedige RINGER-vloeistof, die uit de filtreerpapierschijven afkomstig zou kunnen zijn, en deze laatste laag is wel geleidend.

Staat nu de gevulde praeparaathouder in het waterbad gedurende tien minuten en zijn de draden, die het weefsel in den stroomkring moeten opnemen, in de schroefklemmen boven aan de dikke, verticale koperdraden van den praeparaathouder bevestigd, dan kan de meting beginnen.

## § IV. *De opstelling en de basiswaarden van het toestel.*

Ten slotte moet, nu alles dus voor het onderzoek gereed is, de opstelling zoo gemaakt worden, dat de stroom in den brugdraad staat en niet aan de einden van dezen draad, want in dit eerste geval verkrijgt men wel een zeer scherp minimum, terwijl men hier in het tweede geval tevergeefs naar kan zoeken. Deze opstelling is door Dr. WATERMAN dan ook toepgeast met de telefoon aan de einden van den meetdraad. Toevalligerwijze was mijn opstelling andersom, hetgeen overigens in de praktijk geen bezwaar schijnt op te leveren, maar in dit speciale geval aanleiding gaf tot een zoeken in allerlei richtingen zonder eenige resultaten, totdat ten einde raad stroombron en telefoon omgewisseld werden en als bij tooverslag het minimum absoluut scherp was. (Zie Chemisch Weekblad 17 Mei '24).

# SCHAKELSCHEMA VOOR ELECTROMETRISCH WEEFSELONDERZOEK.




Links de generator met drie-electroden lamp voor de zuiver sinoïdalen wisstroom, die door een transformator 1 : 1 naar het schuifcontact (C.) op den meetdraad (A.-B.) en naar het punt (D.) tusschen den vasten weerstand (W.) en het weefsel (P.) wordt gevoerd. Rechts boven de variabele zelfinductiespoel (Z.) en rechts beneden de koptelefoon (T.).

De opstelling, waarvan de schematische teekening een duidelijk overzicht geeft, is dus als volgt. Aan beide einden van den meetdraad A—B komen de telefoondraden A—T—B, daarnaast komt aan den linkerkant de bekende weerstand W, groot 500 of 1000 Ohm, dan volgt het contact D voor den draad, komende van den, een sinoïdalen wisselstroom gevenden generator, terwijl van D tevens een draad voert naar den praeparaathouder P; van de andere zijde van den praeparaathouder gaat een draad naar de zelfinductiespoelen Z, die achter elkaar geschakeld zijn, en van deze weer naar het andere einde van den meetdraad B, dat is dus het einde tegenovergesteld aan dat, waar de vaste weerstand zich bevindt. De andere draad van den generator komt aan het schuifcontact C op den meetdraad. Nu kan dus gemeten worden door de lamp te ontsteken; om geen draden telkens te moeten losmaken, is er op den accumulator een kleine sluiter aangebracht om den gloeidraadstroom te sluiten en te verbreken.

Op de foto van het geheel is de generator tusschen het waterbad en de verticale zelfinductieklos geplaatst, maar dit is niet de werkopstelling, aangezien de nabijheid van den generator draadloos de telefoon doet aanspreken, en om dit, al is het ook maar geringe, bijgeluid te vermijden, werd de generator zoo ver mogelijk aan het andere einde van de ongeveer 5 Meter lange laboratoriumtafel opgesteld. Om andere hinderlijke bijgeruischen weg te werken werd een der generatorklemmen geaard, door deze met de gasleiding te verbinden. (Zie ook Chemisch Weekblad 17 Mei '24).

Ter contrôle van de juiste opstelling werden de beide zelfinductieklossen (2 en 3) op 0 gezet en tusschen de klemmen voor den praeparaathouder een bekende weerstand ingeschakeld en deze op de gebruikelijke wijze opgemeten; uit de berekening van den ingeschakelden weerstand op de plaats van den praeparaathouder ziet men dan oogenblikkelijk, dat alles in orde is, als de berekende waarde met de werkelijk ingeschakelde waarde overeenkomt. Op deze wijze werd ook den praeparaathouder ingeschakeld, zonder weefsel met de electroden, zonder filtreerpapier tegen- en van elkaar. In het eerste geval was de weerstand enkele gedeelten van een Ohm, dus te verwaarloozen, en in het tweede geval oneindig groot. Deze contrôleproeven werden zoo nu en dan herhaald en steeds mocht blijken, dat het geheel uitstekend functionneerde. Met daarvoor geschikte voltmeters werden de spanningen van den accumulator en van de hoogspanningsbatterij vóór en na een reeks proeven gecontroleerd, evenals de frequentie door middel van een stemvork; hiervoor werd dan de condensator op de daarvoor aangebrachte streep ingeschakeld.

Uit een correspondentie met Dr. WATERMAN bleek mij, dat in zijn onderzoek de basiswaarden van het geheele apparaat niet in rekening werden gebracht, omdat deze betrekkelijk klein waren tegenover de gemeten waarden van het weefsel. Hier werd dus de polarisatie, die gemeten werd, direct gedeeld door den gemeten weerstand en zoodoende de P/W coëfficiënt bepaald. Het leek mij echter beter om, zoo mogelijk, precies de waarden van het weefsel alleen in rekening te brengen en dus van de gemeten

waarden de basiswaarden van het toestel af te trekken. Ik spreek hier van basiswaarden, omdat dit niet alleen weerstand is maar ook een paar c.M. van de zelfinductiespoel. Zooals reeds in het technische gedeelte en ook uit de literatuur te zien is, wordt een phaseverschuiving door polarisatie of door capaciteit in beide gevallen opgeheven door een zelfinductie in te schakelen. Nu heeten de electroden wel onpolariseerbaar, maar misschien heeft er toch wel een geringe polarisatie plaats en nu heeten de weerstanden wel vrij van zelfinductie en van capaciteit, maar dit laatste schijnen ze toch wel een beetje te bezitten.

De weerstand van de verbindingsdraden is te verwaarloozen, maar de met RINGER-vloeistof gedrenkte filtreerpapierschijfjes, acht in aantal, hebben een weerstand, die toch niet te verwaarloozen is.

De basiswaarden, d. w. z. de waarden van weerstand en polarisatie of (en) capaciteit, werden bepaald door alles precies als voor een gewone bepaling op te stellen, maar alleen het weefsel weg te laten en nu den weerstand te bepalen. Hierbij bleek, dat de telefoon alleen zwijgt, als er twee c.M. van de zelfinductiespoel werd ingeschakeld, indien de weerstand van 500 Ohm werd gebruikt, en vier c.M. indien den weerstand van 1000 Ohm. werd ingeschakeld. De gemeten weerstand bedroeg in alle gevallen tusschen de 32 en 36 Ohm, deze verschillen moeten waarschijnlijk toegeschreven worden aan het feit, dat het filtreerpapier, waaruit de schijfjes geponst werden, niet precies overal even dik en niet precies homogeen van vezel is. Als gemiddelde voor deze basiswaarden werden aan-

genomen 34 Ohm weerstand en 2 c.M. zelfinductie, indien met den vasten weerstand van 500 Ohm gemeten werd, en 36 Ohm en 4 c.M. op de zelfinductiespoel, als met den vasten weerstand van 1000 Ohm werd gemeten. Zoo zijn de basiswaarden van het toestel, wanneer er geen polarisatie in het weefsel te compenseeren is, zoodra er echter wèl polarisatie gecompenseerd moet worden, dient men bij den weerstand van 34 of 36 Ohm den weerstand van het ingeschakelde deel van de zelfinductiespoel op te tellen. Een en ander zal nog duidelijk blijken uit de voorbeelden voor de berekeningen der weefselwaarden.

## HOOFDSTUK III.

## HET ELECTROMETRISCH ONDERZOEK VAN VLEESCH.

### § 1. *Invloeden op de uitkomst.*

*a.* Algemeene beschouwingen.

Wanneer nu technisch alles goed geregeld is en men dus in staat is een begin te maken met het onderzoek naar het electrisch geleidingsvermogen van vleesch, dient er met vele invloeden rekening gehouden te worden om te voorkomen, dat men ten slotte voor het feit komt te staan, dat de onregelmatigheden, die men aantreft, zouden moeten worden toegeschreven aan invloeden, die met de inwendige processen, die zich in het weefsel afspelen, niets te maken hebben, maar afkomstig zijn van allerlei uitwendige invloeden, die men niet naar waarde heeft geschat of vergeten heeft op te merken.

Wanneer het absoluut niet bekend is, wat men vinden zal, dient er rekening mede te worden gehouden, dat het mogelijk zal moeten zijn vergelijkingen van de onderlinge uitkomsten te maken, en dit zal in het algemeen alleen dan kunnen geschieden, wanneer men zooveel mogelijk constanten in het eindresultaat van iedere proef of proevenreeks kan invoeren.

Zoo moest dus eerst worden nagegaan, welke invloeden er zijn, van buiten af, die inwerken en waarvan de uitkomsten afhankelijk kunnen zijn.

In het eenige praktische onderzoek, dat van Dr. WATERMAN, was te voorzien, dat men de beschikking zou krijgen over weefselstukken, grooter of kleiner, maar in ieder geval niet zoo groot, dat men steeds een bepaald groot gedeelte voor het onderzoek zou kunnen bestemmen; maar het weefsel was steeds zeer versch, zoodat men hier hoofdzakelijk als constanten kon nemen versch weefsel en de temperatuur, die in een waterbad te regelen is. In dit onderzoek werd er de aandacht op gevestigd, dat de temperatuur op weerstand en polarisatie een grooten invloed, maar op hunne onderlinge verhouding, op den P/W coëfficiënt, geen invloed heeft. Met andere mogelijke invloeden werd in dit onderzoek geen rekening gehouden, hetgeen dan ook praktisch niet noodig en voor een ander deel misschien niet mogelijk zou blijken te zijn, daar toch reeds gebleken is, dat de P/W coëfficiënt de hoofdzaak in dit onderzoek is en onderlinge vergelijkingen niet gemaakt werden.

Voordat een regelmatige werkmethode aangegeven kon worden, was het noodzakelijk de verschillende invloeden zooveel mogelijk te onderzoeken.

*b. Keuze van het materiaal.*

Nu komt in de eerste plaats het weefsel, dat men voor dit onderzoek gebruiken zal, ter sprake. Het geleidingsvermogen voor den electrischen stroom en de verschijnselen, die zich daarbij voordoen, zijn natuurlijk aan ieder stuk levend weefsel te bestudeeren. In dit geval moest er rekening mede gehouden worden, dat als uitgangsmateriaal genomen werd een weefsel of een gedeelte daarvan,

dat men bij iedere keuring, hetzij een volledige keuring na het slachten of bij invoer uit een naburige gemeente, hetzij bij invoer van versche of bevroren dieren uit het buitenland, in dit laatste geval eventueel met of zonder organen, ter beschikking heeft. In het algemeen zal men dus alleen in de gelegenheid zijn om „vleesch" te onderzoeken, nu rijst de vraag, welk vleesch of, beter gezegd, vleesch waar vandaan. Er dient bij een dergelijk onderzoek rekening gehouden te worden met het economisch belang van den eigenaar en uit een algemeen standpunt beschouwd is het ongewenscht onnoodige verliezen te veroorzaken door het stukje weefsel onoordeelkundig maar ergens uit te snijden. Zooveel mogelijk is er dan ook naar gestreefd om steeds hetzelfde onderdeel te kiezen en daaruit steeds op dezelfde plaats het te onderzoeken vleesch uit te snijden. Hiervoor werd gekozen de onderarm, die toch meestal in gevallen, waar zulks noodig is, voor bacteriologisch vleeschonderzoek gebruikt wordt en dan tevens voor dit onderzoek kon dienen. Uit den onderarm werd dan aan de buigvlakte op het midden tusschen elleboog en handwortel een plak, ter dikte van eenige c.M., dwars op de lengterichting uitgesneden en dit stuk deed dan dienst voor eenige bepalingen. Zooveel mogelijk werden de praeparaten uit het midden der buigers geboord, en wel steeds in de lengterichting van het verloop der spiervezelen en op 15 m.M. lengte afgesneden.

*c. Invloed van de temperatuur.*

Wanneer men een praeparaat opmeet, vóórdat het in het waterbad geplaatst wordt, en ook nadat het tien mi-

nuten hierin gestaan heeft, vindt men groote verschillen in weerstand en polarisatie, beide zijn veel verminderd. Eenige tientallen metingen zijn op deze wijze verricht, waarbij de eerste meting geschiedde bij zeer verschillende temperaturen, al naar gelang het praeparaat gemaakt was uit een stuk vleesch, dat bij kamertemperatuur bewaard werd, of zoo juist uit een versch geslacht dier afkomstig was. In andere gevallen kwam dit materiaal uit het koelhuis of uit de voorkoelruimte, maar steeds werd de laatste, dus de definitieve meting, bij 37 graden uitgevoerd. Eenige keeren werd de temperatuur tot boven de zestig graden opgevoerd en werd eenige malen gekookt vleesch onderzocht. In het eerste geval verdwijnt de polarisatie even boven de zestig graden, gaat daar althans met groote sprongen achteruit, en in het tweede geval is ze volkomen verdwenen. De polarisatie verdwijnt bij verwarming tot een zekere temperatuur uit het levende weefsel; waar of dit punt gelegen is, zal door een afzonderlijk onderzoek moeten worden uitgemaakt.

Volgens de onderzoekingen van Dr. WATERMAN nemen polarisatie en weerstand door de temperatuurstijging in gelijke verhouding af, zoodat hun onderlinge verhouding gelijk zou blijven. Uit een speciale tabel zal blijken, dat mijn uitkomsten, dit punt betreffende, niet met die van Dr. WATERMAN overeenstemmen.

In een speciaal geval nl. bij het Argentijnsche vleesch vindt men in kouden toestand, evenals bij alle ander vleesch, eenige polarisatie, al is het dan ook veel minder, bij dit laatste vergeleken. Zoodra echter de 37 gr. bereikt zijn, is uit het Argent. bevroren vleesch in bijna

alle gevallen de geheele polarisatie verdwenen en alleen nog zuiver Ohm'schen weerstand overgebleven, terwijl bij grootere stukken niet-bevroren vleesch bij 37 gr. altijd nog polarisatie gevonden wordt.

De metingen, die aan deze beschouwingen ten grondslag liggen, zijn opgenomen in Hoofdstuk VI, paragraaf I, Tabel XI.

Om een inzicht in den invloed van het bevriezen te verkrijgen, werden eenige weefselstukken, die bij onderzoek een groote polarisatie bleken te bezitten, op een bevriesmicrotoom bevroren. Aangezien deze praeparaten echter veel dikker zijn dan die, waarvan coupen gesneden worden, bevroor dit weefselstuk alleen aan den onderkant en duurde het zeer lang, voordat het geheel doorgevroren was.

Dit lange blootstellen aan de buitenlucht en het oneconomische bevriezen op deze wijze trachtte ik te voorkomen en slaagde hierin door de bevriestafel en het praeparaat te omgeven door een paar velletjes fitreerpapier en dan het koolzuur te laten toetreden met het gevolg, dat zich rondom het praeparaat een laagje koolzuursneeuw vormde en dit in enkele minuten geheel doorgevroren was. Daarna werd het weer ontdooid bij kamertemperatuur en dan weer onderzocht met als resultaat, dat de polarisatie geheel verdwenen was. Bevriest men niet geheel door, dan is de polarisatie wel veel minder geworden, maar is er toch altijd nog wat overgebleven. Ik was niet in de gelegenheid om de temperatuur van het ingevroren weefsel te controleeren.

Uit het bovenstaande blijkt voldoende, dat de tempera-

tuur een grooten invloed heeft op de uitkomsten en om vergelijkingen te kunnen maken buiten den polarisatie-weerstand coëfficiënt om, die trouwens volgens mijn uitkomsten ook eenigszins afhankelijk is van de temperatuur, zal het beslist noodzakelijk zijn alle proeven bij 37 graden uit te voeren.

*d. Tijdsverloop tusschen het maken van het praeparaat en het opmeten.*

Een andere factor, die niet zoo eenvoudig te verklaren is, maar waarmede ook rekening gehouden dient te worden en die in ieder geval niet over het hoofd gezien werd, is de tijd, die er verloopt tusschen het uitsnijden van het praeparaat uit het groote weefselstuk en het plaatsen in het waterbad. Er is nl. gebleken, dat het uitgesneden weefselstukje, eenigen tijd aan de lucht blootgesteld, van eigenschappen verandert en dat dan een kleinere polarisatie en weerstand gemeten worden. Evenzoo heeft een praeparaat, dat met tusschenpoozen van bijv. 1 uur gemeten wordt, verschillende waarden, indien men het uit het waterbad neemt, die, al naar mate het weefsel ouder is, d. w. z. al naar mate de slachting van het dier langer geleden heeft plaats gehad, sneller in grootte afnemen. Het is dus noodzakelijk om het gemaakte praeparaat zoo spoedig mogelijk te onderzoeken en niet eerst een heele serie praeparaten te maken en deze dan te gaan opmeten. Terwijl het ééne praeparaat in het waterbad op temperatuur komt — een verloop van tien minuten — kan men het volgende praeparaat in orde maken. Ik meen nog even op dezen tijd van tien minuten voor het

op temperatuur brengen van het praeparaat te mogen terugkomen. Er is nog een tweede contrôle, behalve den thermometer, mogelijk n.l. door het minimum op te zoeken en dan even te blijven luisteren — al is het maar een kwart minuut. Is het praeparaat nog niet op temperatuur, dan verplaatst het minimum zich, d. w. z. de telefoon gaat weer geluid geven; is het praeparaat wel op temperatuur, dan blijft de telefoon zwijgen, al blijft men ook een kwartier lang luisteren.

*e. Absorptie van Ringer-vloeistof uit filtreerpapier.*

De resultaten van de metingen, die op deze absorptie betrekking hebben, zijn opgenomen in Hoofdstuk VI, paragraaf II, Tabel XII.

Bij het in orde maken van het volgende praeparaat dient men er voor te zorgen, dat de met vloeistof gedrenkte filtreerpapierschijfjes niet tegen het weefsel aangedrukt worden, aangezien dit speciaal bij versch, nog warm vleesch van invloed is. Dit versche vleesch heeft n.l. het vermogen om vloeistof in zich op te nemen en dit heeft een verhooging van de polarisatie en den weerstand ten gevolge.

Hierover zullen later nog speciale cijfers in de tabellen worden gegeven; deze proeven zijn alleen genomen om de regelmaat van dit verschijnsel aan te toonen en niet om er eenige diagnostische beteekenis aan te hechten. Om de waarde van deze veranderingen door de opname van water, eventueel met of zonder opgeloste zouten, goed te kunnen beoordeelen, zou het noodig zijn hierover alleen een zeer uitgebreide reeks proeven te nemen. Dat

de mogelijkheid om hier iets van beteekenis te vinden bestaat, is zeer waarschijnlijk, vooral als men in aanmerking neemt, dat de snelheid van opname van de vloeistof in zeer nauw verband zal staan met de physiologische eigenschappen van de celmembranen. Waar op dit gebied van wateropname reeds verscheidene onderzoekingen gedaan zijn, waarbij steeds de *gewichtsvermeerdering* als criterium werd genomen, zal er langs deze zoo veel gevoeligere methode zeer zeker meer uit te bepalen zijn.

Fürth en Lenk hadden in 1912 nagegaan dat vleesch het vermogen bezit om water op te nemen in bepaalde verhouding met den ouderdom van dit vleesch, en vonden zulke nauwkeurige uitkomsten, dat zij den ouderdom van vleesch hierdoor meenden te kunnen bepalen. Dr. Meerburg ging dit controleeren en vond, dat men na 4 dagen feitelijk geen zuivere resultaten meer kon waarnemen, vooral daar vleesch, dat eenige dagen in de ijskast is geweest of bevroren is, zich geheel anders gedraagt. Men kan zich voorstellen, dat vleesch, dat in beginnenden staat van bederf verkeert, dus in een stadium, waarbij de eiwitachtige stoffen geheel andere eigenschappen moeten gaan vertoonen, ook een kenmerkende of specifieke zwellingskromme bij het onderzoek in zoutoplossingen van verschillende concentraties zou kunnen vertoonen. Zou dit inderdaad het geval zijn, dan zou omgekeerd uit de zwellingscurve een methode te vinden zijn om een beginnenden staat van bederf aan te toonen. Bij deze bepalingen met visch is wel gebleken, zooals ook wel bekend is, dat visch veel intenser en sneller rot dan vleesch en meer rottingsproducten geeft, hieruit zou misschien een

verandering in den waterstofexponent kunnen ontstaan, die eenige aanwijzing zou kunnen geven. Voor rottend vleesch waren deze veranderingen volgens TILLMANS, STROHECHER en SCHÜTZE te gering om eenige diagnostische beteekenis te hebben. Op deze plaats kan er alleen op gewezen worden, dat hier voor deze electrometrische methode nog een groot arbeidsveld braak ligt, dat men uit kan breiden tot een electrochemisch onderzoek, door het weefsel niet alleen met RINGERS physiologische vloeistof maar ook met andere oplossingen of andere stoffen in aanraking te brengen en zoodoende dus het vraagstuk der permeabiliteit te kunnen bestudeeren. Dit gebeurde door Dr. WATERMAN bij het electrochemisch onderzoek van kanker, hier werden speciale verschillen voor het Ca-ion waargenomen.

Een zeer korte aanhaling uit de onderzoekingen van E. OVERTON, die o. a. in het Archiv für Physiologie, Band 92, 1902, zeer uitvoerig voorkomen, mag hier wel vermeld worden.

Door Overton is het vermogen van vele stoffen om in de levende cellen binnen te dringen nagegaan. Hij is tot de volgende beschouwingen gekomen.

De inhoud der spiervezelen gedraagt zich niet als een waterige oplossing, de geheele hoeveelheid water kan zich hierin niet bevinden als in een waterige oplossing. Een groot gedeelte van dit water moet aanwezig zijn als zwellingswater. De geheele spiervezel bestaat uit een heterogeen systeem, waarin de enkele phasen uit verschillende opgezwollen proteïden en proteïnen, uit de cellipoïden en andere lichamen, die het vermogen bezitten

water op te nemen, bestaan naast een zuiver waterige oplossing. Is het niet mogelijk om het protoplasma te beschouwen als een systeem van vaste en vloeibare oplossingen. Bij de levende, geheel ongeschonden spiervezelen is gebleken, dat het grootste deel der onderzochte organische stoffen zeer gemakkelijk in de cel dringen en dat de in ionen gesplitste anorganische verbindingen bijna niet binnendringen. Zoodra echter de cellen in meerdere of mindere mate beschadigd worden, dringen ook de ionen de cel binnen.

Verder wordt op de eigenaardigheid gewezen, dat juist die anorganische stoffen, die hoofdzakelijk tot voeding van de cellen dienen, niet zonder meer de cel kunnen binnendringen, maar dat van deze stoffen derivaten zijn te maken, die zeer gemakkelijk kunnen indringen. De meeste van deze omzettingen zijn reversibel, hetgeen van groot belang moet zijn voor het chemisme van de cel.

Verder bespreekt OVERTON physiologische vraagstukken, die voor mijn onderzoek niet van direct belang zijn, maar wel voor een nader onderzoek over deze absorptieverschijnselen.

Hiermede zijn we aan het einde gekomen van de verschillende invloeden, waarmede men rekening dient te houden, aangezien de uitkomsten hiermede ten nauwste samenhangen. Uit het bovenstaande blijkt dus, dat de onderzoekingen moeten geschieden onder omstandigheden, die hierboven beschreven werden en die voor alle proeven precies hetzelfde moeten worden genomen.

Alle metingen werden daarom uitgevoerd bij een temperatuur van 37 graden; steeds werd het materiaal van

dezelfde plaats van dezelfde diersoort, het rund, gekozen en alle praeparaten werden 15 m.M. lang gemaakt.

Nu kan dus eerst worden overgegaan tot de bepaling van weerstand en polarisatie.

## § II. *Uitvoering van de metingen.*

Het praeparaat bevindt zich nu in het waterbad en is in den stroomkring opgenomen. Men kan nu direct al metingen verrichten, om bijv. den invloed van de temperatuur na te gaan of om te controleeren, of werkelijk weerstand en polarisatie bij geringe temperatuursverschillen reeds merkbaar veranderen. Indien men de temperatuursinvloeden zuiver wil nagaan, dan bepaalt men eerst weerstand en polarisatie, voordat het praeparaat in het waterbad geplaatst wordt, omdat deze waarden direct veranderen, zoodra zich de verwarmende invloed van het bad maar even doet gevoelen.

Om nu systematisch de metingen te verrichten, wordt dus tien minuten, nadat het praeparaat in het waterbad is geplaatst, met de meting begonnen.

Men begint met de koptelefoon op het hoofd te plaatsen, daarna wordt door middel van den kleinen schakelaar, die zich op den accu bevindt, de lamp ontstoken en hoort men direct de telefoon geluid geven en wel de toon $\bar{\bar{d}}$.

Vervolgens begint de werkelijke bepaling als volgt:

I. Met de rechterhand schuift men het schuifcontact 1 (foto blz. 41) op den meetdraad heen en weer. Men hoort dan een minimum-geluid in de telefoon ontstaan en zet

nu dit contact daar, waar de toon in de telefoon het zachtst is.

II. Met de linkerhand bedient men het schuifcontact 2 (foto blz. 41) op de horizontale zelfinductiespoel, dit is de fijnregelspoel, totdat men ook nu in de telefoon een minimum hoort, en stelt ook dit contact juist daar, waar de telefoontoon het zachtst is. Hiermede wordt dus grofweg het grootste gedeelte van het phaseverschil opgeheven.

III. Nastellen met het contact 1 om dus den juisten weerstand te bepalen. Men zal nu gewaar worden, dat de minimum-zône zeer klein is geworden en in het midden daarvan de telefoon bijna zwijgt, d. w. z. dat men nog slechts een uiterst zwakken toon kan hooren. Men zet dit contact dus weer op het midden van deze reeds kleine minimum-zône.

IV. Het contact 2 bijstellen, zoodat de toon in de telefoon nog zwakker wordt. De minimum-zône is nu hier slechts één c.M. breed geworden en in het midden daarvan plaatst men dit contact. Phaseverschil totaal opgeheven.

V. Met het contact 1 zal men ondervinden, dat er slechts één enkel punt overgebleven is, waar de telefoon geheel zwijgt. Dit is nu het punt, waarop men den juisten weerstand kan aflezen. Men behoeft slechts een gedeelte van een m.M. naar links of naar rechts te verschuiven en men hoort direct de telefoon weer geluid geven.

Ter contrôle kan men nu het contact op de zelfinductiespoel nog even heen en weer bewegen, bij eenige oefening

zal men zien, dat dit contact precies op de goede plaats stond en men op de verdeeling, die langs deze spoel is aangebracht de zelfinductie in c.M. kan aflezen.

Hierbij dient nu nog te worden opgemerkt:

Omtrent den weerstand is er reeds vroeger op gewezen, dat de bekende weerstand van 500 Ohm, indien men te ver uit het midden van den meetdraad komt, verwisseld moet worden met den bekenden weerstand van 1000 Ohm.

De tweede (grofregel-) spoel kan worden ingeschakeld, indien de fijnregelspoel niet groot genoeg is om alle phaseverschil te kunnen compenseeren. Deze tweede spoel wordt dan per 6 c.M. tegelijk ingeschakeld, ook door middel van een schuifcontact (3 op de foto). Dit contact komt dan te staan op 6 of op 12 of op 18 c.M. of, bij heel veel polarisatie, op 24, dan is de geheele tweede spoel in gebruik. In dergelijke gevallen, waarbij de tweede spoel noodig is, werd als volgt te werk gegaan.

Zoodra blijkt, dat de eerste spoel niet voldoende is, wordt deze op de helft ingesteld en de tweede spoel gebruikt om zeer grof af te stellen. Men komt dan wel in de nabijheid van 6, 12, 18 of 24; waar men het dichtst bijkomt, wordt op afgesteld en dan verder bijgewerkt met de fijnregelspoel op de gewone wijze, zooals hierboven beschreven werd.

Op deze plaats moet ik nu nog even op het zeer praktische gebruik van de koptelefoon wijzen. In de beschrijving van de instelling zijn deze verschillende handelingen na elkaar genoemd, in de praktijk gaat dit echter gelijktijdig en dit is alleen mogelijk, wanneer men beide

handen geheel vrij heeft. Juist doordat het volgens deze werkwijze mogelijk is om beide contacten tegelijk te verzetten, heeft men voor een juiste instelling zeer weinig tijd noodig. In enkele seconden is men klaar, noteert de waarden voor weerstand en polarisatie en gaat over tot het volgende praeparaat, dat men in de tien minuten, die voor dit praeparaat noodig waren om op temperatuur te komen, reeds heeft uitgesneden en in de glazen buis geschoven met de in RINGER-vloeistof gedrenkte filtreerpapieren schijfjes aan beide zijden ervan, maar er niet tegenaan om absorptie te voorkomen.

De waarden, die men op de hierboven beschreven wijze heeft verkregen, worden in de tabellen steeds vermeld als de „gemeten waarden"; om de juiste weefselwaarden te verkrijgen moeten van deze gemeten waarden de basiswaarden voor weerstand en polarisatie (feitelijk capaciteit van den bekenden weerstand en een geringe polarisatie aan de electroden, te zamen 2 of 4 c.M.) worden afgetrokken.

De zelfinductiespoelen hebben op zichzelf ook een zekeren weerstand en deze werd in het technisch gedeelte aangegeven en berekend. Bij de basiswaarde van 34 of 36 Ohm moet dus de weerstand van het ingeschakelde gedeelte van de zelfinductiespoel boven de 2 of 4 c.M. (dit behoort bij de basiswaarde) worden opgeteld, hetgeen uit de volgende berekeningen duidelijk zal blijken.

Aangezien het verwaarloozen van kleinere decimale waarden bij de samenstelling der weerstand- en polarisatie- (zelfinductie-) lijsten van de fijnregelspoel en de grofregelspoel van geen invloed zijn in verhouding tot de

daarmede vergeleken, enorme verschillen in weerstand en polarisatie van het weefsel, werden in de bovenbedoelde lijsten deze waarden alle afgerond en ontstonden de volgende „werklijsten".

| FIJNREGELSPOEL | | | FIJNREGELSPOEL | | |
|---|---|---|---|---|---|
| c.M. | Ohms. | millihenry's. | c.M. | Ohms. | millihenry's. |
| 1 | 1 | 0.3 | 15 | 19 | 5.— |
| 1½ | 2 | 0.5 | 16 | 20 | 5.3 |
| 2 | 2½ | 0.7 | 17 | 21 | 5.7 |
| 2½ | 3 | 0.9 | 18 | 22 | 6.— |
| 3 | 4 | 1.— | 19 | 24 | 6.3 |
| 3½ | 4 | 1.1 | 20 | 25 | 6.7 |
| 4 | 5 | 1.3 | 21 | 26 | 7.— |
| 4½ | 5 | 1.5 | 22 | 27 | 7.3 |
| 5 | 6 | 1.7 | 23 | 29 | 7.7 |
| 5½ | 6 | 1.8 | 24 | 30 | 8.— |
| 6 | 7 | 2.— | 25 | 31 | 8.3 |
| 6½ | 7 | 2.1 | 26 | 33 | 8.7 |
| 7 | 8 | 2.3 | 27 | 34 | 9.— |
| 7½ | 9 | 2.5 | 28 | 35 | 9.3 |
| 8 | 10 | 2.7 | 29 | 36 | 9.7 |
| 8½ | 10 | 2.9 | 30 | 38 | 10.— |
| 9 | 11 | 3.— | 31 | 39 | 10.3 |
| 9½ | 11 | 3.1 | 32 | 40 | 10.7 |
| 10 | 12½ | 3.3 | 33 | 41 | 11.— |
| 11 | 14 | 3.7 | 34 | 42 | 11.3 |
| 12 | 15 | 4.— | 35 | 44 | 11.7 |
| 13 | 16 | 4.3 | 36 | 45 | 12.— |
| 14 | 17 | 4.7 | 37 | 46 | 12.3 |

| FIJNREGELSPOEL | | | GROFREGELSPOEL | | |
|---|---|---|---|---|---|
| c.M. | Ohms. | millihenry's. | c.M. | Ohms. | millihenry's. |
| 38 | 47 | 12.7 | 6 | 20 | 5.1 |
| 39 | 49 | 13.— | 12 | 41 | 10.2 |
| 40 | 50 | 13.3 | 18 | 61 | 15.3 |
| 41 | 51 | 13.7 | 24 | 82 | 20.4 |
| 42 | 52 | 14.— | | | |
| 43 | 53 | 14.3 | | | |
| 44 | 54 | 14.7 | | | |

§ III. *Verslag van eenige typische metingen en bijbehoorende berekening.*

Alvorens tot de bespreking van de tabellen over te gaan, volgen hier een paar berekeningen van de juiste weefselwaarden uit de gemeten waarden. In de tabellen komt steeds in de eerste twee kolommen de gemeten waarde voor van den weerstand in Ohms en de polarisatie in c.M. Bijvoorbeeld 775 22, dit beteekent dus 775 Ohm gemeten weerstand en 22 c.M. gemeten polarisatie alleen op de fijnregelspoel. Wanneer de grofregelspoel ook moest worden gebruikt, dan werd dit bijv. aldus aangegeven 12/39, dit beteekent dan 12 c.M. van de grofregelspoel en 39 c.M. van de fijnregelspoel. In die gevallen, waarbij de bekende weerstand van 500 Ohm te klein was om in het midden van de meetdraad te kunnen werken en dus vervangen werd door den 1000 Ohm weerstand, werd dit aangegeven door achter het getal in de eerste kolom een punt te plaatsen: 1275. beteekent dus 1275 Ohm, gemeten met den bekenden weer-

stand van 1000 Ohm. Men dient dit te weten om de goede basiswaarden te kunnen substitueeren bij de berekeningen. Een paar voorbeelden volgen nu.

Voorbeeld I.

Gemeten waarden: 775 22; de basiswaarden bedragen in dit geval, waar met den bekenden weerstand van 500 Ohm gemeten werd, daar er geen punt achter de 775 staat, 34 Ohm en 2 c.M. Er blijft dus 22—2 is 20 c.M. werkelijk bijgevoegde zelfinductie, om het phaseverschil, door het weefsel teweeggebracht, te compenseeren, over. In de werklijst voor de fijnregelspoel zoekt men even op 20 en vindt dan 25 en 6.7 daarachter vermeld. Men kan nu de totale basiswaarde, dat is dus de totale weerstand buiten het weefsel, berekenen als volgt: 34 plus 25 Ohm is 59 Ohm weerstand en trekt dit bedrag dus van de gemeten 775 af. De werkelijke weefselweerstand bedraagt dus 775 min 59 is 716 Ohm, terwijl de werkelijke polarisatie 20 c.M. of 6.7 millihenry bedraagt. De P(olarisatie)/W(eerstand) coëfficiënt wordt nu berekend door 716 op 6.7 te deelen en dit quotiënt is 0.0093, maar omdat deze getallen, die steeds uit 5 cijfers zullen bestaan, niet „spreken", is de P/W coëfficiënt uitgedrukt in tienduizendsten en staat er dus in plaats van 0.0093 eenvoudig 93.

Voorbeeld II.

Een ander geval, waarbij de weerstand van het weefsel te groot was om met den bekenden weerstand van 500 Ohm te kunnen werken in het midden van den meetdraad en waarbij deze dus door den bekenden weerstand van 1000 Ohm werd vervangen, gaf de volgende uitkomsten

voor de gemeten waarden: 1275. 12/39. Er staat hier een punt achter de 1275 en de basiswaarden zijn in dit geval 36 Ohm en 4 c.M. 12/39 beteekent 12 c.M. op de grofregelspoel en 39 c.M. op de fijnregelspoel, hiervan gaat eerst 4 c.M. af en blijft dit dus 12/39 min 4 is 12/35. In de werklijst vindt men voor de grofregelspoel achter 12 de getallen 41 en 10.2, dit beteekent dus weer, dat de weerstand is 41 Ohm en de zelfinductie 10.2 millihenry. Achter 35 vindt men 44 en 11.7. Nu kan men de totale basiswaarde vinden uit 36 plus 41 plus 44 is 121 Ohm en de totale zelfinductie is 10.2 plus 11.7 is 21.9 millihenry De werkelijke weefselwaarden zijn dus 1275 min 121 is 1154 Ohm weerstand en 21.9 millihenry voor de polarisatie.

In de meeste gevallen van het bevroren vleesch staat in de tweede kolom een 2., dit is de basiswaarde voor den 500 Ohm weerstand en beteekent, dat er geen polarisatie in het weefsel viel te compenseeren en dan komt er in de vierde kolom dus een 0. te staan en vervalt hiermede de P/W coëfficiënt.

## HOOFDSTUK IV.

### RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK.

Bij iedere proevenreeks van vleesch van éénzelfden ouderdom zal hierover een korte beschouwing gehouden worden. Bovendien zijn van versch-, 24 uur-, 3 dagen-, 7 dagen-, 3 weken oud- en bevroren vleesch overzichtelijke grafieken samengesteld, iedere grafiek geeft 6 tabellen weer, de eerste grafiek is over de variatiebreedte van den weerstand, de tweede over de variatiebreedte van de polarisatie en de derde geeft een overzicht van den P/W coëfficiënt.

De tabellen van vleesch van denzelfden ouderdom zijn verdeeld in „gevallen", dat zijn een aantal metingen, die bij elkaar behooren en gemaakt zijn van praeparaten, die alle vervaardigd werden uit éénzelfde vleeschschijf en dus alle op hetzelfde dier betrekking hebben.

Achter den P/W coëfficiënt staat nog vermeld het woord „peesarm" in die gevallen, waarin het betreffende praeparaat gemaakt werd uit spierweefsel, dat arm is aan peesplaten i. c. den vleezigen tak van den M. flexor digitalis profundus. De praeparaten, die met peesplaten doorschoten zijn, dus uit de andere spieren van zoo'n vleeschschijf gemaakt werden, zijn aangeduid met „peesrijk".

De tabellen zijn in de volgende paragraaf opgenomen, daarna volgt een tweede paragraaf met de grafieken en een korte verklaring hiervan.

## § I. *De tabellen.*

### BESCHOUWINGEN BETREFFENDE HET VERSCHE VLEESCH. (Tabel I).

*Zie de grafieken I, II en III — 1 uur.*

Men ziet hier groote verschillen optreden, de uiterste waarden zijn gelegen tusschen 400 en 1500, om de enkele, die hier boven gaat tot 1745, maar buiten beschouwing te laten. Op de weerstandgrafiek kan men dit direct zien en vindt men de meeste uitkomsten tusschen 550 en 850. Kleinere waarden dan 400 komen hierin niet voor, hoewel er ook peesarm vleesch werd onderzocht. De polarisatie geeft echter een zekere tegenkracht en deze vindt men terug in den verhoogden weerstand.

Over de polarisatie valt ongeveer hetzelfde te zeggen, hier ook eenige zeer hooge waarden en geen lagere waarden dan 3. Het peesarme vleesch heeft hier dus nog een hooge polarisatie en de verschillen tusschen dit vleesch en het met veel peesplaten doorweven vleesch vallen niet bizonder op. De gemiddelde polarisatie vindt men tusschen 2 en 12 millihenry, met enkele hoogere uitloopers.

# TABEL I.

Vleesch direct na de slachting onderzocht.

| Gevallen. | Gemeten waarden. | | Weefselwaarden. | | P/W coëfficiënt. |
|---|---|---|---|---|---|
| No. | Weerstand. in Ohms. | Polarisatie. in c.M. | Weerstand. in Ohms. | Polarisatie. in millihenry's. | in tien-duizendsten. |
| 1 | 775 | 22 | 716 | 6.7 | 93 peesarm |
| | 779 | 24 | 717 | 7.3 | 101 peesrijk |
| | 895 | 30 | 825 | 9.3 | 112 ,, |
| 2 | 562 | 16 | 510 | 4.7 | 92 peesrijk |
| | 755 | 24 | 693 | 7.1 | 102 ,, |
| | 510 | 11 | 475 | 3. | 63 ,, |
| | 620 | 14 | 571 | 4. | 70 ,, |
| 3 | 580 | 17 | 527 | 5. | 95 peesarm |
| | 805 | 28 | 738 | 8.7 | 117 peesrijk |
| | 572 | 18 | 518 | 5.3 | 102 ,, |
| | 1275. | 12/39 | 1154 | 21.9 | 189 ,, |
| | 717 | 23 | 657 | 7. | 106 ,, |
| 4 | 640 | 24 | 579 | 7.3 | 126 peesrijk |
| | 655 | 26 | 591 | 8. | 135 ,, |
| | 1480. | 18/31 | 1349 | 24.4 | 180 ,, |
| 5 | 790 | 26 | 726 | 8. | 110 peesrijk |
| | 505 | 15 | 465 | 4.3 | 92 ,, |
| | 645 | 25 | 583 | 7.7 | 132 ,, |
| | 722 | 27 | 657 | 8.3 | 126 ,, |
| 6 | 789 | 29 | 721 | 9. | 124 peesarm |
| | 520 | 17 | 467 | 5. | 107 ,, |
| | 1015. | 6/40 | 904 | 16.9 | 186 peesrijk |
| | 887 | 36 | 810 | 11 | 135 ,, |
| | 845 | 31 | 775 | 9.7 | 125 ,, |
| 7 | 725 | 32 | 664 | 6.7 | 101 peesrijk |
| | 625 | 20 | 569 | 6. | 105 ,, |
| | 630 | 23 | 570 | 7. | 122 ,, |

Vleesch direct na de slachting onderzocht. Vervolg I.

| Gevallen. | Gemeten waarden. | | Weefselwaarden. | | P/W coëfficiënt. |
|---|---|---|---|---|---|
| No. | Weerstand. in Ohms. | Polarisatie. in c.M. | Weerstand. in Ohms. | Polarisatie. in millihenry's. | in tien-duizendsten. |
| 8 | 542 | 11 | 407 | 3 | 60 peesarm |
| | 715 | 22 | 656 | 6.7 | 102 peesrijk |
| | 825 | 26 | 761 | 8. | 105 ,, |
| | 885 | 30 | 816 | 9.3 | 113 ,, |
| | 697 | 19 | 642 | 5.7 | 88 ,, |
| | 1095 | 35 | 1020 | 10.7 | 104 ,, |
| 9 | 765 | 24 | 704 | 7.3 | 103 peesrijk |
| | 800 | 25 | 735 | 7.7 | 104 ,, |
| | 465 | 14 | 416 | 4. | 96 peesarm |
| | 927 | 33 | 854 | 10.1 | 118 peesrijk |
| | 777 | 20 | 721 | 6. | 83 ,, |
| | 1065. | 6/33 | 972 | 14.6 | 150 ,, |
| | 1025. | 6/31 | 915 | 14. | 145 ,, |
| 10 | 902 | 37 | 824 | 12. | 145 peesrijk |
| | 1035 | 12/39 | 914 | 21.9 | 239 ,, |
| | 1245. | 18/28 | 1118 | 23.4 | 209 ,, |
| | 1338. | 18/22 | 1218 | 21.3 | 176 ,, |
| | 1340. | 24/33 | 1186 | 30.1 | 251 ,, |
| | 700. | 34 | 626 | 10.4 | 166 ,, |
| | 1020. | 6/37 | 923 | 16.1 | 177 ,, |
| 11 | 585. | 20 | 529 | 5.3 | 90 peesarm |
| | 1045. | 12/27 | 939 | 17.9 | 190 peesrijk |
| | 945. | 12/21 | 847 | 15.7 | 185 ,, |
| | 895. | 12/20 | 798 | 15.4 | 194 ,, |
| 12 | 940. | 41 | 858 | 12. | 139 peesarm |
| | 1450. | 24/44 | 1282 | 33.7 | 260 peesrijk |
| | 915 | 6/38 | 816 | 16.4 | 206 ,, |
| | 880 | 6/40 | 778 | 17.1 | 224 ,, |
| | 1050 | 6/34 | 956 | 15.1 | 162 ,, |
| 13 | 635 | 18 | 581 | 5.3 | 91 peesarm |
| | 1890. | 18/42 | 1745 | 28 | 158 ,, |
| | 1000. | 6/35 | 905 | 15.4 | 167 peesrijk |
| | 1275. | 12/36 | 1158 | 20.9 | 177 ,, |

De P/W coëfficiënt, in tienduizendsten uitgedrukt, moet, als in direct verband staande tot weerstand en polarisatie, ook ongeveer in het midden blijven en men ziet dan ook de meeste waarden tusschen 90 en 130.

In deze eerste tabel, bldz. 85, valt direct op, dat verschillende metingen aan hetzelfde stuk vleesch, uit direct naast elkaar liggend weefsel dus, toch zeer uiteenloopen. Dit uiteenloopen is zoo sterk, dat men van een onderling verschil van eenige gezonde runderen of een overeenkomst daartusschen bij deze wijze van onderzoek niet kan spreken.

## BESCHOUWINGEN BETREFFENDE HET 24 UUR OUDE VLEESCH. (Tabel II).

*Zie de grafieken I, II en III — 24 uur.*

Voor den weerstand ziet men hier eenige lagere waarden voor den dag komen, al zijn het er maar een paar, en de allerhoogste waarden zijn grootendeels verdwenen; er zijn er nog maar twee over, n.l. 1295 en 1377, terwijl de meeste waarnemingen liggen tusschen 550 en 800, dus, met de vorige tabel vergeleken, tusschen iets nauwere, misschien beter uitgedrukt, iets minder wijde, grenzen. Op de grafiek, dit vleesch betreffende, ziet men heel wat uitkomsten tusschen 550 en 800 samenvallen, waardoor dus de verticalen zooveel langer zijn geworden, terwijl er in de grafiek over het versche vleesch maar enkele samenvielen.

## TABEL II.

Vleesch 24 uur na de slachting onderzocht.

| Gevallen. | Gemeten waarden. | | Weefselwaarden. | | P/W coëfficiënt. |
|---|---|---|---|---|---|
| No. | Weerstand. in Ohms. | Polarisatie. in c.M. | Weerstand. in Ohms. | Polarisatie. in millihenry's. | in tien-duizendsten. |
| 14 | 725 | 23 | 662 | 7. | 105 peesarm |
| | 1195. | 12/35 | 1079 | 20. 3 | 188 peesrijk |
| | 850. | 12/10 | 755 | 12. 2 | 108 ,, |
| 15 | 475 | 12 | 429 | 3. 3 | 76 peesarm |
| | 467 | 11 | 422 | 3. | 71 ,, |
| | 770 | 20 | 731 | 6. | 82 peesrijk |
| | 654 | 22 | 595 | 6. 7 | 112 ,, |
| | 427 | 13 | 379 | 3. 7 | 97 ,, |
| | 430 | 11 | 395 | 3. | 76 ,, |
| | 625 | 18 | 561 | 5. 3 | 94 ,, |
| | 852 | 31 | 782 | 9. 7 | 125 ,, |
| | 677 | 22 | 618 | 6. 7 | 108 ,, |
| 16 | 740. | 36 | 664 | 10. 4 | 156 peesrijk |
| | 970. | 12/30 | 861 | 18. 9 | 216 ,, |
| | 670. | 31 | 600 | 9. | 150 ,, |
| | 642. | 31 | 572 | 9. | 157 ,, |
| | 468. | 16 | 417 | 4. | 96 ,, |
| | 908. | 40 | 827 | 11. 7 | 140 ,, |
| | 580. | 28 | 514 | 8. | 155 ,, |
| 17 | 810. | 30 | 741 | 8. 7 | 117 peesrijk |
| | 745. | 31 | 675 | 9. | 133 ,, |
| | 685. | 19 | 630 | 5. | 79 ,, |
| | 1430. | 18/36 | 1295 | 26. | 177 ,, |
| | 1185. | 18/24 | 1063 | 21. 8 | 105 ,, |
| | 1550. | 24/44 | 1377 | 33. 7 | 188 ,, |
| | 1210. | 12/32 | 1098 | 19. 5 | 175 ,, |
| | 720. | 28 | 654 | 8. | 122 ,, |

Vleesch 24 uur na de slachting onderzocht. Vervolg I.

| Gevallen. | Gemeten waarden. | | Weefselwaarden. | | P/W coëfficiënt. |
|---|---|---|---|---|---|
| No. | Weerstand. in Ohms. | Polarisatie. in c.M. | Weerstand. in Ohms. | Polarisatie. in millihenry's. | in tien-duizendsten. |
| 18 | 820. | 37 | 743 | 10.7 | 144 peesrijk |
| | 1025 | 12/34 | 911 | 20. | 219 ,, |
| | 880 | 12/28 | 773 | 18.2 | 232 ,, |
| | 850. | 12/18 | 756 | 14.9 | 194 ,, |
| 19 | 530. | 15 | 481 | 3.7 | 76 peesrijk |
| | 632 | 22 | 574 | 6. | 104 ,, |
| | 642. | 20 | 586 | 5.3 | 90 ,, |
| | 810. | 37 | 733 | 10.7 | 145 ,, |
| | 1122. | 12/36 | 1005 | 20.6 | 205 ,, |
| 20 | 795. | 28 | 729 | 7.8 | 107 peesrijk |
| | 852. | 32 | 781 | 9.3 | 118 ,, |
| | 745. | 30 | 677 | 8.7 | 128 ,, |
| | 650. | 6/33 | 558 | 14.8 | 265 ,, |
| 21 | 725 | 24 | 686 | 7.3 | 106 peesrijk |
| | 860 | 37 | 782 | 11.4 | 145 ,, |
| | 1110. | 12/30 | 1001 | 18.9 | 179 ,, |
| | 990. | 12/31 | 879 | 19.2 | 216 ,, |
| | 1030. | 6/34 | 936 | 14.8 | 147 ,, |
| | 695. | 26 | 632 | 7.1 | 112 ,, |
| 22 | 525 | 13 | 477 | 3.7 | 77 peesarm |
| | 522 | 11 | 477 | 3. | 62 ,, |
| | 680. | 24 | 619 | 6.7 | 108 peesrijk |
| | 535. | 15 | 485 | 3.7 | 76 ,, |
| | 920. | 35 | 845 | 10.1 | 119 ,, |
| | 1080. | 6/37 | 983 | 16.1 | 160 ,, |
| | 875. | 39 | 795 | 11.4 | 143 ,, |

Vleesch 24 uur na de slachting onderzocht. Vervolg II.

| Gevallen. | Gemeten waarden. | | Weefselwaarden. | | P/W coëfficiënt. |
|---|---|---|---|---|---|
| No. | Weerstand. in Ohms. | Polarisatie. in c.M. | Weerstand. in Ohms. | Polarisatie. in millihenry's. | in tien-duizendsten. |
| 23 | 1160 | 12/36 | 1043 | 20. 6 | 199 peesrijk |
| | 625. | 19 | 570 | 5. | 87 ,, |
| | 648. | 23 | 598 | 6. 3 | 107 ,, |
| | 1150. | 12/43 | 1024 | 22. 9 | 223 ,, |
| | 1235 | 18/43 | 1089 | 29. | 266 ,, |
| | 760. | 36 | 684 | 10. 4 | 152 ,, |
| 24 | 740. | 29 | 673 | 8. 3 | 121 peesrijk |
| | 668. | 28 | 602 | 8. | 132 ,, |
| | 832. | 32 | 761 | 9. 3 | 122 ,, |
| | 578. | 22 | 520 | 6. | 151 ,, |
| 25 | 930. | 30 | 862 | 8. 7 | 100 peesrijk |
| | 1010 | 6/38 | 910 | 16. 8 | 184 ,, |
| | 1150 | 6/38 | 1050 | 16. 8 | 160 ,, |
| | 1065 | 12/31 | 954 | 19. 6 | 205 ,, |
| | 740 | 24 | 679 | 7. 3 | 107 ,, |
| | 762 | 26 | 698 | 8. | 114 ,, |

Over de polarisatie valt ongeveer hetzelfde te zeggen als in de vorige beschouwing, de hoogere waarden zijn wat minder geworden en er zijn meer lagere waarden voor den dag gekomen.

Voor de P/W waarden is er niet veel verschil met de vorige tabel te constateeren, dit is ook logisch ; wanneer toch èn polarisatie èn weerstand beide evenredig dalen, dan zal ook hun onderlinge verhouding geen verandering vertoonen.

## BESCHOUWINGEN BETREFFENDE HET 3 × 24 UUR OUDE VLEESCH. (Tabel III).

*Zie de grafieken I, II en III — 3 dagen.*

De biologische veranderingen schijnen nu grooter te zijn, de weerstand is weer lager geworden, er komen waarden beneden 150 voor en niet hooger dan 1175.

Regelmaat is er nog evenmin in te vinden, wel treden hier andere verschillen aan het licht, men ziet in dezelfde gevallen veel meer variatie optreden, naast elkaar komen uiteenloopende waarden voor, terwijl deze toch uit spieren genomen zijn, die naast elkaar liggen, alleen met dit verschil, dat de lagere waarden behooren bij de peesarme spierweefsels en de hoogere bij die spieren, die met veel peesplaten doorweven zijn. De desbetreffende grafiek vertoont eenige verschuiving naar links, dus over het algemeen een vermindering van den weerstand, hetgeen geheel analoog blijkt te zijn met het volgende.

Ten opzichte van de polarisatie ziet men veel meer verschil met het voorgaande.

Over het algemeen zijn de polarisatiewaarden veel kleiner geworden en komen er zelfs zeer kleine waarden te voorschijn, terwijl er toch in de peesrijke gedeelten ook nog eenige zeer hooge zijn overgebleven. De grafiek wijst duidelijk een grooten afstand, waar niets is, dit is het verschil tusschen peesarm en peesrijk weefsel. In de grafiek over den weerstand komt dit groote verschil niet zoo duidelijk tot uiting, dit is ook weer logisch, want de

## TABEL III.

Vleesch 3 × 24 uur na de slachting onderzocht.

| Gevallen. | Gemeten waarden. | | Weefselwaarden. | | P/W coëfficiënt. |
|---|---|---|---|---|---|
| No. | Weerstand. in Ohms. | Polarisatie. in c.M. | Weerstand. in Ohms. | Polarisatie. in millihenry's. | in tien-duizendsten. |
| 26 | 252 | $3\frac{1}{2}$ | 216 | 0. 5 | 23 peesarm |
| | 202 | 3 | 167 | 0. 3 | 17 ,, |
| | 555 | 17 | 436 | 5. | 114 peesrijk |
| | 612 | 22 | 553 | 6. 7 | 121 ,, |
| | 650 | 24 | 589 | 7. 3 | 123 ,, |
| | 1270. | 12/35 | 1154 | 20. 3 | 175 ,, |
| | 925 | 42 | 841 | 13 | 154 ,, |
| | 670 | 28 | 604 | 8. 7 | 144 ,, |
| | 680 | 29 | 612 | 9. | 147 ,, |
| | 640 | 29 | 572 | 9. | 157 ,, |
| | 530 | 18 | 476 | 5. 3 | 111 ,, |
| | 765 | 24 | 704 | 7. 3 | 103 ,, |
| | 920 | 34 | 846 | 10. 7 | 126 ,, |
| | 1275 | 12/41 | 1151 | 22. 9 | 198 ,, |
| 27 | 304 | 5 | 266 | 1. 1 | 37 peesarm |
| | 248 | 5 | 210 | 1. | 47 ,, |
| | 197 | 3 | 161 | 0. 5 | 31 ,, |
| | 405 | 14 | 356 | 4. | 112 peesrijk |
| | 451 | 18 | 397 | 5. 3 | 136 ,, |
| | 650 | 22 | 591 | 6. 7 | 113 ,, |
| | 608 | 32 | 569 | 6. 7 | 117 ,, |
| | 550 | 19 | 495 | 5. 7 | 115 ,, |
| | 500 | 17 | 447 | 5. | 111 ,, |
| | 560 | 19 | 505 | 5. 7 | 112 ,, |

Vleesch 3 × 24 uur na de slachting onderzocht. Vervolg I.

| Gevallen. | Gemeten waarden. | | Weefselwaarden. | | P/W coëfficiënt. |
|---|---|---|---|---|---|
| No. | Weerstand. in Ohms. | Polarisatie. in c.M. | Weerstand. in Ohms. | Polarisatie. in millihenry's. | in tien-duizendsten. |
| 28 | 202 | 3½ | 162 | 0.5 | 30 peesarm |
| | 201 | 3½ | 161 | 0.5 | 30 ,, |
| | 870 | 6/38 | 769 | 17.1 | 231 peesrijk |
| | 595. | 34 | 522 | 10. | 191 ,, |
| 29 | 298 | 5 | 260 | 1. | 34 peesarm |
| | 250 | 4 | 214 | 0.7 | 32 ,, |
| | 702 | 30 | 633 | 9.3 | 147 peesrijk |
| | 660 | 26 | 596 | 8. | 134 ,, |
| | 535. | 15 | 485 | 3.7 | 81 ,, |
| | 1140. | 12/40 | 1019 | 22.2 | 215 ,, |
| | 1320. | 18/38 | 1178 | 26.6 | 229 ,, |
| | 1025. | 6/43 | 920 | 17.8 | 193 ,, |
| | 1020. | 6/36 | 924 | 15.5 | 166 ,, |
| | 760. | 6/32 | 669 | 14.2 | 212 ,, |
| | 810. | 6/34 | 717 | 14.8 | 206 ,, |
| | 865. | 6/36 | 769 | 15.5 | 201 ,, |
| | 870. | 6/30 | 783 | 13.5 | 172 ,, |
| | 1030. | 12/34 | 913 | 20.6 | 214 ,, |
| | 1105. | 12/32 | 993 | 19.3 | 194 ,, |
| | 575. | 23 | 515 | 6.3 | 122 ,, |
| | 660. | 35 | 595 | 10.3 | 176 — |
| 30 | 440. | 14 | 392 | 3.3 | 85 peesarm |
| | 620. | 24 | 659 | 6.7 | 101 peesrijk |
| | 450. | 17 | 398 | 4.3 | 108 ,, |
| | 405. | 14 | 357 | 3.3 | 92 peesrijk |
| | 234 | 4 | 198 | 0.7 | 35 peesarm |
| | 530 | 19 | 475 | 5.7 | 120 peesrijk |
| | 565 | 21 | 507 | 6.3 | 124 ,, |
| | 205 | 3½ | 169 | 0.5 | 30 ,, |

polarisatie zal ten slotte geheel verdwijnen, maar de weerstand i. c. dus de zuiver Ohm'sche weerstand zal altijd nog tusschen 100 en 300 Ohm blijven.

De P/W coëfficiënt wordt ook kleiner, maar blijft nog onregelmatig op en neer gaan.

Wanneer men trouwens de beide grafieken over P. en W. bekijkt, dan is dit zeer duidelijk te begrijpen.

## BESCHOUWINGEN BETREFFENDE HET 7 × 24 UUR OUDE VLEESCH. (Tabel IV).

*Zie de grafieken I, II en III — 7 dagen.*

Langzamerhand was er reeds gebleken, dat Arg. bevroren vleesch geen polarisatie heeft of maar zeer weinig, en daarom werd er nu naar gestreefd om steeds meer polarisatie te kunnen aantoonen en zijn de spieren met minder peesvezelen op den achtergrond gedrongen en alleen verdere proeven genomen met peesrijke spieren.

Ter plaatse, waar het weefsel steeds werd genomen uit de flexoren, was er feitelijk maar één spiertak, die werkelijk peesarm is, en dus vielen er uit iedere schijf maar één of twee praeparaten af. Vandaar dus dat men den weerstand hier niet nog kleiner ziet worden, maar wel minder groot. De variatiebreedte is kleiner en de gevonden waarden zijn gelijkmatiger verdeeld dan in de andere tabellen en grafieken.

In deze 7 dagen is de polarisatie zeer veel verminderd en de variatiebreedte hiervan is veel kleiner dan in de

# TABEL IV.

Vleesch 7 × 24 uur na de slachting onderzocht.

| Gevallen. | Gemeten waarden. | | Weefselwaarden. | | P/W coëfficiënt |
|---|---|---|---|---|---|
| No. | Weerstand. in Ohms. | Polarisatie. in c.M. | Weerstand. in Ohms. | Polarisatie. in millihenry's. | in tien-duizendsten. |
| 31 | 324 | 7 | 284 | 1.8 | 63 peesrijk |
| | 302 | 6 | 263 | 1.3 | 99 ,, |
| | 330 | 8 | 289 | 2.1 | 72 ,, |
| | 375 | 9 | 332 | 2.5 | 75 ,, |
| | 385 | 11 | 340 | 3.1 | 91 ,, |
| | 362 | 10 | 318 | 2.7 | 80 ,, |
| | 400 | 11 | 365 | 3. | 82 ,, |
| 32 | 216 | 4 | 180 | 0.5 | 22 peesarm |
| | 224 | 4½ | 185 | 0.7 | 37 ,, |
| | 480 | 17 | 427 | 5. | 110 peesrijk |
| | 375 | 11 | 330 | 3. | 90 ,, |
| | 497 | 18 | 443 | 5.3 | 119 ,, |
| | 286 | 6½ | 247 | 1.5 | 60 ,, |
| | 391 | 12 | 385 | 3.3 | 86 ,, |
| | 485 | 12 | 449 | 3.3 | 74 ,, |
| | 445 | 14 | 396 | 4. | 101 ,, |
| 33 | 260 | 3 | 225 | 0.3 | 13 peesarm |
| | 277 | 4½ | 240 | 0.9 | 37 ,, |
| | 482 | 14 | 433 | 4. | 92 peesrijk |
| | 425 | 12 | 379 | 3.3 | 86 ,, |
| | 867 | 28 | 800 | 8.7 | 108 ,, |
| | 825. | 28 | 759 | 8. | 105 ,, |
| | 399 | 15 | 349 | 4.3 | 123 ,, |
| | 465 | 15 | 415 | 4.3 | 103 ,, |
| 34 | 580 | 23 | 520 | 7. | 134 peesrijk |
| | 710. | 31 | 640 | 9. | 140 ,, |
| | 730. | 29 | 663 | 8.3 | 125 ,, |
| | 600 | 22 | 541 | 6.7 | 123 ,, |

Vleesch 7 × 24 uur na de slachting onderzocht. Vervolg I.

| Gevallen. | Gemeten waarden. | | Weefselwaarden. | | P/W coëfficiënt. |
|---|---|---|---|---|---|
| No. | Weerstand. in Ohms. | Polarisatie. in c.M. | Weerstand. in Ohms. | Polarisatie. in millihenry's. | in tien-duizendsten. |
| 34 Vervolg. | 712. | 23 | 652 | 6.3 | 96 peesrijk |
| | 520 | 15 | 470 | 4.3 | 91 ,, |
| | 745. | 30 | 676 | 8.7 | 128 ,, |
| | 678. | 26 | 615 | 7.3 | 116 ,, |
| | 680. | 23 | 620 | 6.3 | 101 ,, |
| | 575. | 19 | 520 | 5. | 96 ,, |
| | 660. | 27 | 595 | 7.7 | 129 ,, |
| | 695. | 28 | 629 | 8. | 127 ,, |
| | 690. | 26 | 627 | 7.3 | 115 ,, |
| | 512. | 18 | 459 | 3.7 | 80 ,, |
| | 635. | 24 | 574 | 6.7 | 116 ,, |
| | 620. | 24 | 559 | 6.7 | 119 ,, |
| 35 | 810. | 26 | 747 | 7.3 | 97 peesrijk |
| | 752. | 25 | 690 | 7. | 101 ,, |
| | 505. | 18 | 452 | 4.7 | 104 ,, |
| | 480. | 15 | 430 | 3.7 | 86 ,, |
| | 340. | $6\frac{1}{2}$ | 301 | 0.9 | 29 peesarm |
| | 745. | 21 | 688 | 5.7 | 82 peesrijk |
| | 540. | 14 | 492 | 3.3 | 67 ,, |
| 36 | 710. | 20 | 654 | 5.3 | 81 peesrijk |
| | 670. | 17 | 618 | 4.3 | 66 ,, |
| | 530. | 14 | 482 | 3.3 | 67 ,, |
| | 600. | 18 | 547 | 4.7 | 84 ,, |
| | 472. | 12 | 436 | 2.9 | 66 ,, |
| 37 | 315 | $4\frac{1}{2}$ | 278 | 0.7 | 25 peesarm |
| | 300 | $4\frac{1}{2}$ | 263 | 0.7 | 26 ,, |
| | 587 | 13 | 539 | 3. | 55 peesrijk |
| | 577 | 14 | 528 | 4. | 75 ,, |
| | 500 | 12 | 454 | 3.3 | 72 ,, |
| | 672 | 14 | 578 | 4. | 69 ,, |

grafiek van het 3 dagen oude vleesch, niettegenstaande hier alleen weefsel, met peesplaten doorweven, werd onderzocht. Het wordt in deze tabel en in de betreffende grafiek nog weer duidelijker, dat de polarisatie veel meer terugloopt dan de weerstand, vandaar dan ook dat de onderlinge verhouding nog steeds zeer uiteen blijft loopen.

De P/W coëfficiënt heeft nog een aanzienlijke variatiebreedte behouden en is over het algemeen nog boven de 50.

In deze tabellen zijn nog eenige andere proeven gecombineerd, er is n.l. getracht om twee gelijke waarden op te meten door met de vleeschboor zoo'n lang stuk uit te boren, dat er twee praeparaten uit gemaakt konden worden, die dus in het oorspronkelijke weefsel in elkaars direct verlengde hadden gelegen. Zelfs twee praeparaten, op deze wijze gemaakt, geven verschillende uitkomsten. Ze moesten natuurlijk tien minuten na elkaar gemeten worden; of dit de reden van verschil in uitkomst is, of dat men eerder moet aannemen, dat de kleine structuur-verschillen, die er natuurlijk in beide praeparaten voorkomen, de oorzaak zijn, zal zeer lastig zijn uit te maken. Als men echter deze kleinere en grootere verschillen ziet, die zelfs op deze wijze nog verkregen worden, dan behoeft het geen verwondering te wekken, dat men zeer uiteenloopende waarden kan krijgen uit spieren, die naast elkaar liggen van hetzelfde dier en van dezelfde spieren van een ander dier.

Door een accolade zijn de bij elkaar behoorende waarden aangegeven.

## TABEL V.

Vleesch 14 dagen na de slachting onderzocht.

| Gevallen. | Gemeten waarden. | | Weefselwaarden. | | P/W coëfficiënt. |
|---|---|---|---|---|---|
| No. | Weerstand. in Ohms. | Polarisatie. in c.M. | Weerstand. in Ohms. | Polarisatie. in millihenry's. | in tien-duizendsten. |
| 38 | 375 | 10 | 331 | 2.9 | 87 peesrijk |
| | 436 | 13 | 388 | 3.7 | 95 ,, |
| | 515 | 17 | 462 | 5. | 108 ,, |
| 39 | 210 | 3 | 175 | 0.3 | 17 peesarm |
| | 457 | 15 | 407 | 4.3 | 105 peesrijk |
| | 387 | 12 | 339 | 3.3 | 97 ,, |
| | 326 | 8 | 285 | 2. | 70 ,, |
| | 305 | 15 | 255 | 4.7 | 184 ,, |
| 40 | 385 | 11 | 340 | 3. | 88 peesrijk |
| | 406 | 15 | 356 | 4.3 | 120 ,, |
| | 412 | 10 | 368 | 2.9 | 78 ,, |
| | 382 | 12 | 336 | 3.3 | 98 ,, |
| | 347 | 10 | 303 | 2.7 | 89 ,, |

## BESCHOUWINGEN BETREFFENDE 14 DAGEN OUD VLEESCH. (Tabel V).

Hiervan zijn slechts enkele proeven genomen, ten einde het onderzoek systematisch te doen en dus zooveel mogelijk vleesch van steeds stijgenden ouderdom te onderzoeken. Van dit vleesch is geen grafiek gemaakt, ten eerste omdat er niet zooveel gevallen van zijn gemeten, en ten tweede omdat dit vleesch in het slagersbedrijf niet van zooveel belang is als bijv. het drie weken

gekoelde en het Arg. bevroren vleesch. Zoo nu en dan komt men weleens in aanraking met vleesch, dat 14 dagen oud is, maar het grootste gedeelte van het voor dagelijksch gebruik geslachte vleesch is na 7 dagen in de meeste gevallen reeds geconsumeerd.

In dit 14 dagen oude vleesch vindt men steeds nog waarden voor weerstand en polarisatie, die altijd nog veel grooter zijn dan die waarden, die in bevroren vleesch voorkomen. Ook is de P/W coëfficiënt hier nog aanzienlijk in getallenwaarde.

## BESCHOUWINGEN BETREFFENDE 3 WEKEN OUD VLEESCH. (Tabel VI).

*Zie de grafieken I, II en III — 3 weken.*

De weerstand in het drie weken oude vleesch is over het algemeen kleiner geworden en vrnl. is de variatiebreedte veel geringer. De meeste waarden vallen tusschen 225 en 325 Ohm. Door het langere verblijf in het koelhuis is de oppervlakte eenigszins uitgedroogd en zou men denken, dat de weerstand en de polarisatie uit de oppervlakkig gelegen deelen veel zouden verschillen met die uit de dieper gelegen spiergedeelten. Dit verschil is wel te constateeren, maar is niet groot; het onderlinge verschil tusschen de peeshoudende praeparaten is altijd nog grooter. Over het algemeen is de weerstand kleiner geworden.

## TABEL VI.

Vleesch 3 weken na de slachting onderzocht.

| Gevallen. | Gemeten waarden. | | Weefselwaarden. | | P/W coëfficiënt. |
|---|---|---|---|---|---|
| No. | Weerstand. in Ohms. | Polarisatie. in c.M. | Weerstand. in Ohms. | Polarisatie. in millihenry's. | in tien-duizendsten. |
| 41 | 437 | 11 | 392 | 3. | 76 peesrijk |
| | 368 | 9 | 325 | 2.5 | 80 ,, |
| 42 | 512 | 10 | 568 | 2.9 | 51 peesrijk |
| | 350 | 7 | 310 | 1.7 | 54 ,, |
| | 294 | 5 | 256 | 1.1 | 43 ,, |
| | 370 | 7 | 330 | 1.7 | 51 ,, |
| 43 | 392 | 8 | 351 | 2.1 | 59 peesrijk |
| | 352 | 7 | 312 | 1.8 | 57 ,, |
| | 645 | 16 | 593 | 4.7 | 79 ,, |
| | 356 | 7 | 316 | 1.8 | 56 ,, |
| | 465 | 13 | 417 | 3.7 | 88 ,, |
| 44 | 342 | 5 | 304 | 1. | 32 peesarm |
| | 315 | 4 | 279 | 0.7 | 25 ,, |
| | 350 | 5 | 312 | 1. | 32 ,, |
| | 295 | 5 | 257 | 1. | 38 ,, |
| | 182 | $2\frac{1}{2}$ | 148 | 0.15 | 10 ,, |
| 45 | 297 | 5 | 259 | 1. | 38 peesrijk. |
| | 357 | 8 | 316 | 3. | 63 ,, |
| | 331 | 6. | 292 | 1.3 | 44 ,, |
| | 347 | $6\frac{1}{2}$ | 308 | 1.5 | 48 ,, |
| | 437 | 9 | 395 | 2.3 | 58 ,, |
| | 435 | $8\frac{1}{2}$ | 394 | 2.1 | 53 ,, |

Vleesch 3 weken na de slachting onderzocht. Vervolg I.

| Gevallen. | Gemeten waarden. | | Weefselwaarden. | | P/W coëfficiënt. |
|---|---|---|---|---|---|
| No. | Weerstand. in Ohms. | Polarisatie in c.M. | Weerstand. in Ohms. | Polarisatie. in millihenry's. | in tien-duizendsten. |
| 46 | 425 | 17 | 372 | 5. | 134 peesrijk |
| | 370 | 8 | 329 | 2. | 60 ,, |
| | 361 | 6 | 322 | 1.3 | 40 ,, |
| | 437 | 8 | 396 | 2. | 50 ,, |
| 47 | 250 | 4 | 214 | 0.7 | 32 oppervl. |
| | 337 | 8 | 296 | 2. | 67 diep |
| | 316 | 7 | 276 | 1.7 | 61 ,, |
| | 242 | 4 | 206 | 0.7 | 33 ,, |
| | 282 | $5\frac{1}{2}$ | 244 | 1.1 | 45 ,, |
| | 310 | 6 | 271 | 1.3 | 47 ,, |
| | 291 | $5\frac{1}{2}$ | 253 | 1.1 | 43 ,, |
| | 365 | 7 | 325 | 1.7 | 52 ,, |
| | 420 | $8\frac{1}{2}$ | 379 | 2.1 | 58 ,, |
| 48 | 320 | 5 | 282 | 1. | 35 oppervl. |
| | 285 | 6 | 246 | 1.3 | 52 ,, |
| | 270 | $3\frac{1}{2}$ | 234 | 0.5 | 21 ,, |
| | 312 | 7 | 272 | 1.7 | 62 diep |
| | 336 | 7 | 296 | 1.7 | 57 ,, |
| | 311 | $6\frac{1}{2}$ | 272 | 1.5 | 55 ,, |
| | 366 | 8 | 325 | 2. | 61 ,, |
| 49 | 275 | $5\frac{1}{2}$ | 237 | 1.1 | 46 |
| | 270 | $6\frac{1}{2}$ | 231 | 1.5 | 64 |
| | 445 | 9 | 403 | 2.3 | 56 |
| | 366 | 8 | 325 | 2. | 61 |
| | 280 | 5 | 242 | 1. | 41 |
| | 305 | 5 | 267 | 1. | 38 |
| | 315 | 4 | 279 | 0.7 | 25 |

De polarisatie is veel kleiner geworden en er zijn praeparaten te maken uit de peesarme gedeelten, waarin in het geheel niets meer te vinden is. In de peeshoudende praeparaten is echter nog vrij veel polarisatie aan te toonen en men vindt hier gemiddeld tusschen 1 en 2 millihenry.

De P/W coëfficiënt is hier, waar zoowel de weerstand als de polarisatie sterk gedaald zijn, maar in verhouding de polarisatie veel sterker, ook kleiner geworden en ligt zeer vaak tusschen 30 en 70. Een enkele maal komt ook in het peeshoudende weefsel een lage waarde voor den dag en daalt de P/W coëfficiënt tot 10.

In die gevallen, waarin het echter te doen is om polarisatie aan te toonen moet men nooit op één enkele waarneming afgaan, maar kan men er eenige maken, desnoods tien.

Het is nu wel duidelijk geworden, dat men zeer uiteenloopende waarden vlak naast elkaar kan aantreffen. Een enkele van deze proeven geeft een geringe polarisatie, maar als men den P/W coëfficiënt nagaat, dan is deze zelfs in het laagste geval toch nog twee grooter dan de allerhoogste waarde, die bij uitzondering in het Argentijnsche bevroren vleesch gevonden werd.

## BESCHOUWINGEN BETREFFENDE VLEESCH VAN 5 EN 7 WEKEN OUD. (Tabel VII).

In vleesch van 5 weken oud is nog duidelijk polarisatie aan te toonen, al zijn er dan ook vele (hier niet vermelde) metingen, waarin men geen of maar zeer weinig polarisatie meer kan vinden.

# TABEL VII.

## Vleesch 5 weken na de slachting onderzocht.

| Gevallen. | Gemeten waarden. | | Weefselwaarden. | | P/W coëfficiënt. |
|---|---|---|---|---|---|
| No. | Weerstand. in Ohms. | Polarisatie. in c.M. | Weerstand. in Ohms. | Polarisatie. in millihenry's. | in tien-duizendsten. |
| 50 | 302 | 6 | 263 | 1. 3 | 49 peesrijk |
| | 430 | 10 | 386 | 2. 7 | 69 ,, |
| | 412 | 7 | 372 | 1. 7 | 45 ,, |
| | 355 | 8 | 314 | 2. | 63 ,, |
| Vleesch 7 weken na de slachting onderzocht. | | | | | |
| 51 | 181 | 2 | 147 | 0. | 0 peesrijk |
| | 171 | 2 | 137 | 0. | 0 ,, |
| | 152 | 2 | 118 | 0. | 0 ,, |
| | 175 | 2 | 141 | 0. | 0 ,, |
| | 180 | 2 | 146 | 0. | 0 ,, |
| | 157 | 2 | 123 | 0. | 0 ,, |
| | 145 | 2 | 111 | 0. | 0 ,, |
| | 151 | 2 | 117 | 0. | 0 ,, |
| 52 | 175 | 2 | 141 | 0. | 0 peesrijk |
| | 234 | 4½ | 197 | 0. 9 | 45 ,, |
| | 241 | 4 | 205 | 0. 5 | 24 ,, |
| | 310 | 5½ | 272 | 1. 1 | 40 ,, |
| | 240 | 4 | 204 | 0. 7 | 34 ,, |
| 53 | 255 | 4½ | 218 | 0. 9 | 41 peesrijk |
| | 155 | 2 | 121 | 0. | 0 ,, |
| | 265 | 5 | 227 | 1. | 44 ,, |
| | 266 | 4½ | 228 | 0. 9 | 39 ,, |

## TABEL VIII.

Vleesch 2 maanden na de slachting onderzocht.

| Gevallen. | Gemeten waarden. | | Weefselwaarden. | | P/W coëfficiënt. |
|---|---|---|---|---|---|
| No. | Weerstand. in Ohms. | Polarisatie. in c.M. | Weerstand. in Ohms. | Polarisatie. in millihenry's. | in tien-duizendsten. |
| 54 | 202 | 3 | 167 | 0.3 | 17 peesrijk |
| | 190 | $2\frac{1}{2}$ | 156 | 0.15 | 9 ,, |
| | 202 | 3 | 167 | 0.3 | 17 ,, |
| | 237 | 4 | 201 | 0.7 | 34 ,, |
| 55 | 162 | 2 | 128 | 0. | 0 peesrijk |
| | 235 | $3\frac{1}{2}$ | 199 | 0.5 | 20 ,, |
| | 199 | $3\frac{1}{2}$ | 163 | 0.5 | 30 ,, |
| | 244 | 5 | 206 | 1. | 48 ,, |
| | 186 | 3 | 251 | 0.3 | 11 ,, |
| Vleesch $2\frac{1}{2}$ maand na de slachting onderzocht. | | | | | |
| 56 | 149 | 2. | 115 | 0. | 0 peesrijk |
| | 165 | 2. | 131 | 0. | 0 ,, |
| | 125 | 2 | 91 | 0. | 0 ,, |
| | 126 | 2 | 92 | 0. | 0 ,, |
| | 141 | 2 | 107 | 0. | 0 ,, |
| | 157 | 2 | 123 | 0. | 0 ,, |
| | 122 | 2 | 88 | 0. | 0 ,, |
| | 124 | 2 | 90 | 0. | 0 ,, |
| | 174 | 2 | 140 | 0. | 0 ,, |
| | 129 | 2 | 95 | 0. | 0 ,, |
| | 152 | 2 | 118 | 0. | 0 ,, |

Bij het zeven weken oude vleesch vindt men vele metingen met een minimale of geen polarisatie, terwijl er enkele zijn met nog duidelijke polarisatie en een P/W coëfficiënt die nog steeds ver boven de 9 blijft. Deze „9" is nl. van belang voor het onderscheid van versch en bevroren vleesch, zooals later zal blijken.

## BESCHOUWINGEN BETREFFENDE 2 EN 2½ MAAND OUD VLEESCH. (Tabel VIII).

In het eerste is nog een geringe polarisatie aan te toonen en in het tweede is deze praktisch verdwenen en vindt men zeer geringe weerstanden. Dit vleesch, dat aan de buitenzijde echter een leerachtig aanzien heeft, zal in de praktijk wel nooit ter onderzoek worden aangeboden. Deze proeven zijn dan ook alleen genomen met de bedoeling om eens te zien, hoelang men vleesch wel zou moeten bewaren in het koelhuis om enkel en alleen hierdoor de polarisatie te laten verdwijnen.

## BESCHOUWINGEN BETREFFENDE HET ARG. BEVR. VLEESCH. (Tabel IX).

*Zie grafieken I, II en III, — Arg. bevr. vleesch.*

Uitvoerige beschouwingen hierover zijn gehouden in het „Onderscheid tusschen versch en bevroren vleesch", dat na de grafieken volgt. Aangezien het onderscheid tusschen bevroren en versch vleesch, van een electrome-

## TABEL IX.

Argentijnsch bevroren vleesch.

| Gevallen. | Gemeten waarden. | | Weefselwaarden. | | P/W coëfficiënt. |
|---|---|---|---|---|---|
| No. | Weerstand. in Ohms. | Polarisatie. in c.M. | Weerstand. in Ohms. | Polarisatie. in millihenry's. | in tien-duizendsten. |
| 57 | 260 | 2 | 226 | 0. | 0 alle |
| | 279 | 2 | 245 | 0. | 0 peesrijk |
| 58 | 335 | 2 | 301 | 0. | 0 |
| | 222 | 2 | 188 | 0. | 0 |
| | 202 | 2 | 168 | 0. | 0 |
| | 220 | 2 | 186 | 0. | 0 |
| | 213 | 2 | 179 | 0. | 0 |
| 59 | 227 | 2 | 193 | 0. | 0 |
| | 165 | 2 | 131 | 0. | 0 |
| | 325 | $2\frac{1}{2}$ | 291 | 0.15 | 5 |
| | 212 | 2 | 178 | 0. | 0 |
| | 182 | 2 | 148 | 0. | 0 |
| | 202 | 2 | 178 | 0. | 0 |
| | 225 | 2 | 191 | 0. | 0 |
| | 240 | 2 | 206 | 0. | 0 |
| 60 | 185 | 2 | 151 | 0. | 0 |
| | 190 | 2 | 156 | 0. | 0 |
| | 172 | 2 | 138 | 0. | 0 |
| | 167 | 2 | 133 | 0. | 0 |
| | 172 | 2 | 138 | 0. | 0 |
| | 165 | 2 | 131 | 0. | 0 |
| | 152 | 2 | 118 | 0. | 0 |
| 61 | 200 | 2 | 166 | 0. | 0 |
| | 195 | 2 | 161 | 0. | 0 |
| | 290 | 2 | 256 | 0. | 0 |
| | 292 | 2 | 258 | 0. | 0 |
| | 280 | 2 | 246 | 0. | 0 |
| | 292 | 2 | 258 | 0. | 0 |

Argentijnsch bevroren vleesch. Vervolg I.

| Gevallen. | Gemeten waarden. | | Weefselwaarden. | | P/W coëfficiënt. |
|---|---|---|---|---|---|
| No. | Weerstand. in Ohms. | Polarisatie. in c.M. | Weerstand. in Omhs. | Polarisatie. in millihenry's. | in tien-duizendsten. |
| 62 | 245 | 2 | 211 | 0. | 0 |
| | 200 | 2 | 166 | 0. | 0 |
| | 192 | 2 | 158 | 0. | 0 |
| | 209 | 2 | 175 | 0. | 0 |
| | 198 | 2 | 164 | 0. | 0 |
| 63 | 202 | 2 | 168 | 0. | 0 |
| | 148 | 2 | 114 | 0. | 0 |
| | 187 | 2 | 153 | 0. | 0 |
| | 205 | 2 | 171 | 0. | 0 |
| | 237 | 2 | 203 | 0. | 0 |
| | 235 | 2 | 201 | 0. | 0 |
| 64 | 217 | 2 | 183 | 0. | 0 |
| | 232 | 2 | 198 | 0. | 0 |
| | 222 | 2 | 188 | 0. | 0 |
| | 148 | 2 | 114 | 0. | 0 |
| | 191 | 2 | 157 | 0. | 0 |
| | 200 | 2 | 166 | 0. | 0 |
| | 168 | 2 | 134 | 0. | 0 |
| 65 | 250 | 2 | 216 | 0. | 0 |
| | 261 | 2 | 227 | 0. | 0 |
| | 216 | 2 | 182 | 0. | 0 |
| | 234 | 2 | 200 | 0. | 0 |
| | 226 | 2 | 192 | 0. | 0 |
| 66 | 240 | 2 | 206 | 0. | 0 |
| | 190 | 2 | 156 | 0. | 0 |
| | 185 | $2\frac{1}{4}$ | 150 | 0.07 | 5 |
| | 200 | $2\frac{1}{4}$ | 165 | 0.07 | 4 |
| | 174 | 2 | 140 | 0. | 0 |
| | 185 | 2 | 151 | 0. | 0 |
| | 198 | 2 | 164 | 0. | 0 |

Argentijnsch bevroren vleesch. Vervolg II.

| Gevallen. | Gemeten waarden. | | Weefselwaarden. | | P/W coëfficiënt. |
|---|---|---|---|---|---|
| No. | Weerstand. in Ohms. | Polarisatie. in c.M. | Weerstand. in Ohms. | Polarisatie. in millihenry's. | in tien-duizendsten. |
| 67 | 219 | 2 | 185 | 0. | 0 |
| | 212 | 2 | 178 | 0. | 0 |
| | 202 | 2 | 168 | 0. | 0 |
| | 207 | 2 | 173 | 0. | 0 |
| | 205 | 2 | 171 | 0. | 0 |
| | 210 | 2 | 176 | 0. | 0 |
| | 210 | 2 | 176 | 0. | 0 |
| 68 | 186 | 2 | 152 | 0. | 0 |
| | 176 | 2 | 142 | 0. | 0 |
| | 190 | 2 | 156 | 0. | 0 |
| | 174 | 2 | 140 | 0. | 0 |
| | 185 | 2 | 151 | 0. | 0 |
| | 178 | 2 | 144 | 0. | 0 |
| | 178 | 2 | 144 | 0. | 0 |
| 69 | 185 | 2 | 151 | 0. | 0 |
| | 174 | 2 | 140 | 0. | 0 |
| | 216 | $2\frac{1}{4}$ | 181 | 0.07 | 3 |
| | 185 | $2\frac{1}{4}$ | 150 | 0.07 | 4 |
| | 252 | $2\frac{1}{4}$ | 217 | 0.07 | 3 |
| | 250 | $2\frac{1}{4}$ | 215 | 0.07 | 3 |
| 70 | 208 | $2\frac{1}{4}$ | 173 | 0.07 | 4 |
| | 185 | 2 | 151 | 0. | 0 |
| | 195 | $2\frac{1}{4}$ | 160 | 0.07 | 4 |
| | 240 | 2 | 206 | 0. | 0 |
| | 185 | $2\frac{1}{4}$ | 150 | 0.07 | 4 |
| 71 | 185 | $2\frac{1}{4}$ | 150 | 0.07 | 4 |
| | 247 | $2\frac{1}{2}$ | 212 | 0.15 | 7 |
| | 222 | $2\frac{1}{2}$ | 187 | 0.15 | 8 |
| | 207 | $2\frac{1}{4}$ | 168 | 0.07 | 4 |
| | 197 | 2 | 163 | 0. | 0 |
| | 205 | $2\frac{1}{4}$ | 170 | 0.07 | 4 |

trisch standpunt bezien, de hoofdconclusie van dit geheele onderzoek is geworden, kan ik hier over het bevroren vleesch zeer kort zijn.

De tabel IX spreekt voor zichzelf. Heele reeksen metingen werden verricht, zonder dat er eenige polarisatie was te vinden. Hier en daar komt een enkel geval voor met eenige phaseverschuiving. Het is zeer goed mogelijk dat het voorkomen van deze polarisatie in bevroren vleesch in verband staat met het verschil in temperatuur, waarbij het vleesch in Argentinië ingevroren wordt.

Hierover zijn geen gegevens bekend. Nadere onderzoekingen zullen hierop misschien eenig licht kunnen werpen. Theoretische beschouwingen over deze phaseverschuiving vindt men in het volgende hoofdstuk, zooals reeds hierboven werd aangegeven.

## § II. *Grafieken.*

### I. *Grafiek van de variatiebreedte van den weerstand.*

blz. 111

In deze grafiek zijn zes reeksen van proeven ondergebracht nl. de tabellen, betreffende de weerstanden, die gevonden werden bij vleesch dat resp. 1 uur-, 24 uur-, 3 dagen-, 7 dagen-, 3 weken na de slachting onderzocht werd en tevens het Argentijnsche bevroren vleesch. Aan den voet zijn de waarden voor den weerstand in Ohms uitgezet van 100 tot 1250 Ohm. Iedere reeks heeft zijn eigen horizontaal, die behalve de variatiebreedte ook den werkelijken weerstand aangeeft voor iedere meting. Deze metingen zijn uitgedrukt in de verticale lijntjes, die

lager en hooger zijn, al naar het aantal metingen, dat dezelfde waarden opleverde. Iedere meting heeft een verticale lengte van 2 m.M. Is aan de rechterzijde aan het einde van de horizontale lijn een pijl aangebracht, dan beteekent dit, dat er nog hoogere waarden zijn. Voor het 1 uur oude vleesch zijn deze waarden in deze grafiek 1282 — 1349 en 1745 Ohm. Voor het 24 uur oude vleesch 1295 en 1377 Ohm.

II. *Grafiek van de variatiebreedte van de polarisatie.*

Hierin zijn de polarisatiewaarden afgebeeld, die voorkomen in dezelfde tabellen, die boven genoemd zijn. De horizontale lijn geeft de polarisatiewaarde weer in tienden van millihenry's. Bij deze grafiek vallen meer waarden buiten de beschikbare ruimte, het zijn nl. voor het 1 uur oude vleesch waarden van: 334-, 298-, 276-, 244-, 234-, 219-, 218- en 215-tienden millihenry's. Voor het 24 uur oude vleesch zijn deze waarden: 347-, 290-, 230- en 229-tienden millihenry's. Voor het drie dagen oude vleesch zijn het 270- en 229-tienden millihenry's. Uit deze grafiek ziet men duidelijk dat het Arg. bevr. vleesch bij 74 metingen geen polarisatie meer vertoonde (148 m.m.).

III. *Grafiek van de variatiebreedte van den P/W coëfficiënt.*

In deze grafiek zijn er ook eenige waarden te groot om opgenomen te kunnen worden. Voor het 1 uur oude vleesch zijn het: 260-, 251-, 239-, 217-, 209- en 206-tienduizendsten. Voor het 24 uur oude vleesch: 266-, 232-,

223-, 219-, 216- en 216-tienduizendsten. Voor het drie dagen oude vleesch blijven er nog: 231-, 229-, 215-, 214-, 212- en 206-tienduizendsten over.

Op deze grafiek ziet men zeer duidelijk het onderscheid tusschen Arg. bevroren vleesch en alle andere vleesch, hier is 9 het critieke punt.

Hetgeen verder in deze en in de voorgaande grafieken te zien is, werd reeds bij de beschouwingen na iedere proevenreeks uiteengezet.

## HOOFDSTUK V.

### ONDERSCHEID TUSSCHEN VERSCH EN BEVROREN VLEESCH.

Naar aanleiding van de voorgaande tabellen is het duidelijk, dat de weerstand en de polarisatie geen regelmatig verloop hebben, indien men het vleesch in het koelhuis bewaart. Steeds zijn dezelfde stukken spier onderzocht en in sommige gevallen loopen de uitkomsten niet ver uit elkaar, in andere daarentegen ziet men hier en daar plotseling zeer hooge en betrekkelijk lage waarden voor den dag komen.

Hetgeen echter duidelijk uit de proevenreeksen bleek, is, dat het spierweefsel, dat met peesplaten doorschoten is, veel meer weerstand en polarisatie vertoont dan spierweefsel, dat bijna geen peesplaten heeft.

De verhouding tusschen weerstand en polarisatie is geen absoluut constante factor, toch is er wel eenige gelijkenis in de verschillende series te constateeren, maar de waarden loopen dermate uiteen, dat men wel een gemiddelden factor zou kunnen berekenen, maar hieraan toch betrekkelijk weinig zal hebben. Het is nl. duidelijk gebleken, dat sommige waarden ver beneden en andere ver boven dit gemiddelde gaan, en aangezien er op het oogenblik nog geen duidelijke verklaring van deze ver-

schijnselen is te geven, kan men uit de verschillende P/W waarden geen directe conclusie trekken in verband bijv. met den ouderdom van het onderzochte vleesch.

Wanneer men de reeksen nagaat, dan is hieruit op te maken, dat de P/W waarde langzamerhand daalt, al naarmate het vleesch ouder wordt. Dit geldt echter alleen voor deze methode van onderzoek, waar steeds uitgegaan werd van hetzelfde stuk, steeds onder dezelfde omstandigheden bewaard.

Zoodra men nu genaderd is tot het bevroren vleesch, dan treedt plotseling een enorm verschil naar voren. Voor de volledigheid van het onderzoek werd vleesch na twee maanden en langer nog onderzocht en zelfs in het twee maanden oude vleesch was nog polarisatie aan te toonen.

Het Argentijnsche bevroren vleesch heeft, aanvankelijk in den zomer grootendeels onderzocht, geen polarisatie en een betrekkelijk geringen zuiver Ohm'schen weerstand en zou dus van alle niet-bevroren vleesch zijn te onderscheiden. In beide gevallen werden van het Argentijnsche vleesch peesrijke praeparaten onderzocht. Op deze wijze zou men kunnen zeggen, dat in die gevallen, waarin men polarisatie kan aantoonen, men zeker niet met vleesch te doen heeft, dat bevroren is geweest. Verreweg het grootste gedeelte van de onderzochte bevroren-vleesch-praeparaten hadden geen polarisatie, totdat op eens wel eenige polarisatie gevonden werd, dit was wel zeer weinig, maar de conclusie moest dus gewijzigd worden.

Op het onderzoek van dit bevroren vleesch wil ik hier nader ingaan. Wanneer men nl. een praeparaat bevroren

vleesch in nog kouden toestand opmeet, dan vindt men eenige c.M. polarisatie of capaciteit. Deze beide verschijnselen nl. verschuiven de phase in dezelfde richting, zooals reeds vroeger is besproken, en met eenige c.M. op de zelfinductiespoel worden beide op dezelfde wijze gecompenseerd. Zonder meer is dus niet uit te maken met welk van de beide verschijnselen men te doen heeft. Zoodra het praeparaat echter op temperatuur komt, verdwijnt een groot gedeelte van deze polarisatie of capaciteit en is er bij 37 gr., dus na tien minuten in het waterbad in bevroren vleesch in de meeste gevallen niets meer van over. Men is dan op de zelfinductiespoel op de basiswaarde teruggekomen. Wanneer men niet-bevroren vleesch op deze wijze onderzoekt, verdwijnt er door de temperatuurstijging ook wel een gedeelte van de polarisatie, maar er blijft meestal een deel over en dit is bij vleesch, dat bijv. drie weken gekoeld is, nog steeds zoo aanzienlijk, dat men zonder eenigen twijfel dit nog zeer beslist van bevroren vleesch kan onderscheiden.

Waar in de literatuur steeds de polarisatie beschouwd wordt als een electromotorische tegenkracht, die altijd aan het leven van de cellen gebonden is, zou men hier dus moeten aannemen, dat ook in dit bevroren vleesch nog levende cellen voorkomen, indien men tenminste tevens met de meening van GILDEMEISTER meegaat, dat het een kwestie is van polarisatie en niet van electrostatische capaciteit. Uit de literatuur zijn echter geen gegevens te vinden in verband met weefsel, dat niet meer direct versch is. Alleen PHILIPPSON heeft eens een paar spieren van een cavia onderzocht en vond zeer onregel-

matige waarden en kwam tot de conclusie, dat dit weefsel zeer snel aan veranderingen onderhevig was. GALLER vond bij levende kikvorschen ook polarisatieverschijnselen, heeft ze toen gekookt, daarna weer afgekoeld en onderzocht en vond alleen nog een Ohm'schen weerstand.

In een cel in het koelhuis, juist onder den kouden luchtkoker, was een voet vleesch van eenige dagen oud licht bevroren en verkeerde in harden toestand. Bij electrometrisch onderzoek waren echter hieraan, vergelijkenderwijze met andere uitkomsten, geen verschijnselen waar te nemen, die aan deze bevriezing zouden kunnen worden toegeschreven. Het gaf nog de cijfers, die bij versch vleesch gevonden worden. Dit geeft dus weer een nieuw arbeidsveld. Er zou een speciaal onderzoek gedaan kunnen worden, om na te gaan, welken invloed de verschillende temperaturen beneden het vriespunt op de polarisatie en weerstand hebben. Dit onderzoek is echter alleen mogelijk, wanneer men kan beschikken over diverse koude oplossingen, die dan in den vorm van een koud bad of van een miniatuur vrieskamertje om den praeparaathouder kunnen worden aangebracht. Men kan dan nagaan, tot hoever men vleesch kan bevriezen, voordat het de eigenschappen van Argentijnsch bevroren vleesch aanneemt, en hoever men chilled meat toch zou kunnen koelen, misschien zelfs een paar graden bevriezen, voordat de eigenschappen van versch vleesch verloren gaan. Helaas heb ik hier geen gelegenheid om chilled meat te onderzoeken en kan ik hieromtrent dus geen gegevens mededeelen.

Gaat men nu mee met de theorie van Dr. WATERMAN in verband met het ontstaan van deze tegenkrachten, die men polarisatie noemt, die hun ontstaan vinden aan de grensvlakken i. c. aan de celgrenzen, dus aan het omhulsel, dat het celprotoplasma omgeeft, dan zou men zich kunnen voorstellen, dat bij een zekere temperatuur onder het vriespunt, wanneer de weefselsappen gaan uitkristalliseeren en er zich dus ijs in- en tusschen de cellen vormt, dit ijs door sterkere afkoeling gaat uitzetten en de weefsels in hun fijnste samenstelling uit elkaar dringt en misschien de celwanden laat barsten. Zijn de celwanden dan gebarsten, dan bestaat er een betere geleiding, er kunnen zich hier geen tegenkrachten meer vormen en verdwijnt dus de polarisatie meteen, aangenomen natuurlijk dat deze speciaal gebonden is aan de intacte celwanden. Volgens de onderzoekingen van LOEB moet men de verschijnselen meer toeschrijven aan het levende protoplasma, want volgens zijn onderzoekingen verdwijnen de verschijnselen, indien men het protoplasma doodt zonder de celwanden te laideeren. Hoe dit echter gedaan wordt, is niet aangegeven.

Naar aanleiding van het optreden van eenige polarisatie of capaciteit in het Argentijnsche bevroren vleesch heb ik mij met eenige beschouwingen omtrent de mogelijke oorzaak hiervan gewend tot Prof. W. EINTHOVEN, die echter geen tijd kon vinden om mijn schrijven, dat ZHGel. wel met veel belangstelling gelezen had, uitvoerig te beantwoorden, maar mij den raad gaf ook eens pees- en vetweefsel te onderzoeken. De resultaten hiervan zouden misschien eenigszins licht werpen op het verschijnsel, dat

peeshoudend vleesch veel meer polarisatie heeft dan peesarm vleesch. Natuurlijk werd deze raadgeving direct opgevolgd, maar helaas met het onverwachte resultaat dat versch peesweefsel — direct na de slachting genomen uit de pees van den M. flexor digit. prof. — bijna geen polarisatie vertoont en dit beetje moest grootendeels nog worden toegeschreven aan het, de pees bekleedende, weefsel; want enkel uitgepeld peesweefsel had bijna geen polarisatie meer, zooals nog zal blijken uit een klein tabelletje, dit onderdeel betreffende. Zie tabel X.

TABEL X.

Praeparaten, gemaakt uit peesweefsel.

| Gemeten waarden. | | Weefselwaarden. | | P/W coëfficiënt. |
|---|---|---|---|---|
| Weerstand. | Polarisatie. | Weerstand. | Polarisatie. | in tienduizendsten. |
| 205 | 4. | 169 | 0.7 | 41 |
| 205 | 4. | 169 | 0.7 | 41 |
| 223 | 3½ | 188 | 0.5 | 26 |
| 180 | 3. | 145 | 0.3 | 20 |
| 240 | 4. | 204 | 0.7 | 34 |
| 247 | 3. | 212 | 0.3 | 18 |
| 270 | 3. | 235 | 0.3 | 12 |
| 290 | 3½ | 354 | 0.5 | 19 |
| 270 | 3. | 235 | 0.3 | 12 |
| 276 | 3. | 241 | 0.3 | 12 |

De polarisatie of capaciteit in dit Arg. bevroren vleesch zou men kunnen verklaren, indien men zou mogen aan-

nemen, dat enkele cellen in de diepte niet bevroren zijn, en op de volgende wijze, indien men het langzaam of sneller ontdooien hiervoor aansprakelijk zou kunnen en mogen stellen. Langzaam ontdooid vleesch, dat dus, des zomers aangevoerd, reeds in de wagon aan het ontdooien is, heeft de meeste uitgevroren weefselsappen weer in zich opgenomen, is dan ook in het praktisch gebruik „malsch", terwijl daartegenover snel ontdooid vleesch, des winters aangevoerd, geen gelegenheid heeft deze weefselsappen weer op te nemen, tenzij het op oordeelkundige wijze in het voorkoelhuis of elders langzaam kan ontdooien. Dit snel ontdooide vleesch is dan ook „taai", al is de bereiding in de keuken nog zoo zorgvuldig geschied. Bij het malsche vleesch kan men zich nu de weefsels voorstellen, als weer geheel te zijn opgezwollen en dus doordrongen van vloeistof en dus ook van ionen, in het tweede geval is dit eenigszins anders. Bij het taaie vleesch nl. kan men zich voorstellen, dat de weefsels geen gelegenheid hebben gehad om de uitgevroren sappen weer op te nemen, ze zijn dus niet opgezwollen, bevatten dus minder vloeistof en minder ionen. Doordat in het eerste geval meer ionen aanwezig zijn dan in het tweede geval, zal de geleiding van den electrischen stroom in het eerste geval beter kunnen plaats hebben dan in het tweede en daarbij komt dan tevens, dat de minder goed opgezwollen weefsels zouden fungeeren als een diëlectricum en daardoor zou een capaciteitswerking hier misschien tot de mogelijkheden behooren. Om deze verschijnselen d.w.z. het optreden van een zeer geringe phaseverschuiving bij het electrometrisch onderzoek van som-

mig bevroren vleesch precies te kunnen beoordeelen zou een groote reeks proeven, alleen dit ééne punt betreffende, noodig zijn. Hierbij zou dan bevroren vleesch, op verschillende wijze ontdooid zijnde, aan een onderzoek moeten worden onderworpen.

Uit de bovenstaande beschouwingen meen ik te mogen opmaken, dat er nog een groot arbeidsveld braak ligt voor dit electrometrisch onderzoek, alleen al wat betreft een nadere studie van de veranderingen, die in bevroren vleesch te vinden zijn.

### Praeparaten, gemaakt uit vetweefsel.

Door den enorm grooten weerstand moesten de praeparaten veel dunner gemaakt worden, daar bij de gebruikelijke 15 m.M. afmeting de weerstand zoo groot was, dat van nauwkeurig meten geen sprake meer kon zijn. Door den zeer grooten weerstand wordt de stroomsterkte zoo gering, dat een zuivere afstelling op de zelfinductiespoel niet meer mogelijk is.

Weefselwaarden.

6000 Ohm.; ongeveer 10 à 14 c.M. Pol.; dikte preaparaat 6 m.M.

3380 Ohm.; ongeveer 10 c.M. Pol.; dikte praeparaat 4 m.M.

2810 Ohm.; ongeveer 10 c.M. Pol.; dikte praeparaat 4 m.M.

Dunne vetlaagjes zouden dus een groote condensatorwerking kunnen veroorzaken.

Vanzelf komt nu de vraag naar voren, of het langs electrometrischen weg mogelijk zou zijn om met zekerheid het verschil tusschen versch en bevroren vleesch aan te toonen.

Uit de voorgaande tabellen en beschouwingen is het duidelijk, dat er geen twijfel bestaat, of men kan in vele gevallen op deze wijze absoluut zeker versch van bevroren vleesch onderscheiden. Dit onderscheid gaat echter alleen op in die gevallen, waarin het onderzoek geheel overeenstemmend verricht wordt met de beschreven methode.

Dit laatste is, met de thans beschikbare middelen, in de praktijk maar zelden mogelijk, vooral in die gevallen, waarin deze methode zou moeten worden toegepast om eventueel bedrog te constateeren, dus waar bijv. bevroren vleesch is afgeleverd in plaats van versch vleesch. In den groothandel, waar men de dispositie heeft over geheele kwarten, zal er zich geen moeilijkheid voordoen. Uit de tabellen blijkt, dat versch vleesch zelfs na twee maanden nog voldoende polarisatie vertoont om het duidelijk te kunnen onderscheiden van bevroren vleesch.

Zelfs in die gevallen, waarin men slechts over den geheelen schenkel kan beschikken, (waaruit dit geheele onderzoek verricht is), is dit onderscheid zonder twijfel vast te stellen.

In den kleinhandel komt men echter voor geheel andere feiten te staan en dan zijn allerlei invloeden van buitenaf werkzaam, die groote veranderingen in de polarisatie tot stand kunnen brengen, en deze in kleinere

en dunnere stukken spoedig geheel doen verdwijnen.

De hoofdzaak is dus om een zekere hoeveelheid polarisatie aan te toonen, die in bevroren vleesch nooit voorkomt. Zooals ik reeds vroeger vermeldde, meende ik eerst dat er in bevroren vleesch geheel geen polarisatie (of is er in deze gevallen beter te spreken van capaciteit?) voorkwam, dit is nu wel niet veel maar juist deze kleinigheid zou bij een gerechtelijke uitspraak groote en i. c. verkeerde gevolgen kunnen hebben. Om dus absoluut zeker te gaan moet men aannemen, dat men met versch vleesch te doen heeft, d. w. z. met vleesch, dat in geen geval bevroren is geweest, indien men meer dan een halve c.M. polarisatie aantreft op de door mij gebruikte zelfinductiespoel en met het geheele door mij bij dit onderzoek gebruikte toestel. Men zal dus steeds voor ieder nieuwe opstelling de karakteristieke waarden van een en ander moeten bepalen. Ik zou hier als iets standvastiger de P/W coëfficiënt kunnen aangeven, maar deze is ook weer afhankelijk van vele omstandigheden en ook geen constante, die voor andere toestellen, andere electroden en andere afmetingen zou gelden.

Men kan, zooals trouwens uit het bovenstaande reeds blijkt, deze conclusie niet omkeeren, want het versche vleesch kan zeer goed alle of bijna alle polarisatie verloren hebben, maar in geen geval kan bevroren vleesch meer dan een halve c.M. polarisatie vertoonen.

Het is dus noodzakelijk om het verloop der polarisatie in andere vleeschstukken na te gaan, om te kunnen constateeren, of ook in den kleinhandel eenig gebruik van deze methode gemaakt zou kunnen worden. Om hierover

een eindoordeel te kunnen uitspreken zouden er nog zeer vele proeven genomen moeten worden en zou men een analoog onderzoek, zooals dit geschied is voor den onderarm, moeten uitvoeren voor alle mogelijke stukken van het geheele dier en deze dan onder de meest uiteenloopende voorwaarden, zooals die in de praktijk van het slagersbedrijf voorkomen, moeten bewaren en daarna onderzoeken. Daar dit een geheel onderzoek op zichzelf zou uitmaken, is hier slechts volstaan met eenige stukken onder verschillende omstandigheden en van verschillenden ouderdom te onderzoeken.

In ieder geval is er hier speciaal op gelet om geen stukken te nemen, die op een of andere wijze zeer goed beschut werden tegen de atmosferische invloeden, zooals dit steeds het geval was met de spieren van den onderarm.

Een bespreking van deze proeven, ik zou willen zeggen „in het wilde weg" genomen, zal volgen met een nauwkeurige beschrijving van de omstandigheden, in het volgende hoofdstuk (VI) in § III.

## HOOFDSTUK VI.

## VERANDERINGEN VAN WEERSTAND EN POLARISATIE IN VERSCH VLEESCH.

### § 1. *Temperatuurinvloed.*

### TABEL XI.

Deze tabel is alleen gegeven met het doel om aan te toonen, dat de P/W coëfficiënt wèl van de temperatuur afhankelijk is en het dus gewenscht is om alle metingen bij éénzelfdetemperatuur te verrichten. De volgorde is weerstand polarisatie en P/W coëfficiënt; alle in directe weefselwaarden opgegeven.

| Waarden bij ; | | | | Waarden bij 37 graden | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| gr. | W. | P. | P/W. | W. | P. | P/W. |
| 10. | 962 | 19.6 | 203 | 696 | 13.5 | 194 |
| 10. | 1453 | 23.3 | 160 | 964 | 13.9 | 145 |
| 10. | 1688 | 19.5 | 115 | 1147 | 11.9 | 103 |
| 10. | 1701 | 28.7 | 168 | 1233 | 18.2 | 147 |
| 15. | 441 | 4.3 | 97 | 305 | 3. | 98 |
| 15. | 697 | 6. | 86 | 475 | 4.3 | 90 |
| 15. | 664 | 3.3 | 48 | 387 | 1.7 | 46 |
| 15. | 646 | 8. | 123 | 458 | 5.3 | 116 |
| 15. | 695 | 9.7 | 139 | 624 | 7.3 | 117 |
| 15. | 743 | 12. | 161 | 489 | 7. | 143 |
| 15. | 914 | 5.2 | 164 | 610 | 7. | 114 |
| 17. | 698 | 10. | 143 | 487 | 8. | 164 |
| 18. | 320 | 3.3 | 103 | 204 | 2.7 | 134 |
| 18. | 454 | 3.3 | 72 | 224 | 0.7 | 31 |
| 18. | 1027 | 16.5 | 160 | 697 | 7.7 | 110 |
| 20. | 1148 | 16.9 | 147 | 903 | 10. | 110 |

§ II. *Vermeerdering van weerstand en polarisatie door absorptie van Ringer-vloeistof.*

Eerst werd het versche weefsel 1 uur na de slachting opgemeten en daarna tusschen de filtreerpapierschijven bij kamertemperatuur bewaard en na 5 uur-, na 22 uur-, en na 51 uur opgemeten. De gemeten waarden zijn weggelaten en daarvoor de directe weefselwaarden in de plaats gesteld. De volgorde der getallen is voor ieder praeparaat: weerstand polarisatie en P/W coëfficiënt. Op iederen regel staan dus viermaal deze drie waarden van hetzelfde praeparaat opgegeven.

| na 1 uur | | | na 5 uur | | | na 22 uur | | | na 51 uur | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| W. | P. | P/W. | W. | P. | P/W. | W. | P. | P./W, | W. | P. | P/W. |
| 527 - | 5 - | 95 | 571 - | 8 - | 140 | 458 - | 5.3 - | 137 | 359 - | 2½ - | 69 |
| 738 - | 8.7 - | 117 | 783 - | 10 - | 128 | 717 - | 10 - | 139 | 433 - | 4 - | 92 |
| 518 - | 5.3 - | 102 | 705 - | 7 - | 99 | 711 - | 6.7 - | 94 | 264 - | 1 - | 37 |
| 1154 - | 21.6 - | 186 | 1143 - | 23 - | 201 | 1443 - | 28.1 - | 190 | 929 - | 10.7 - | 115 |
| 657 - | 7 - | 106 | 722 - | 9 - | 123 | 942 - | 12.7 - | 134 | 923 - | 10 - | 108 |

Na 51 uur was het praeparaat over het algemeen eenigszins in ontbinding overgegaan. Uit deze proeven blijkt wel, dat de weerstand en de polarisatie reeds na 5 uur aanmerkelijk gestegen kunnen zijn, dit is een regelmatig verschijnsel, zooals uit de volgende proevenreeksen zal blijken. Aangezien men deze vermeerdering reeds na een paar uur kan constateeren en dit verschijnsel in nauw verband moet staan met de physiologische toestanden van de cellen en hunne membranen, is misschien door deze verschijnselen nauwkeurig te bestudeeren wel een onderscheid tusschen gezonde en ziekelijke toestanden te vinden.

## TABEL XII.

Praeparaten 1 uur en 19 uur na de slachting gemeten en tusschen vochtige filtreerpapierschijven bij kamertemperatuur bewaard. Directe weefselwaarden.

| 1 uur. | | | 19 uur. | | |
|---|---|---|---|---|---|
| W. | P. | P/W. | W. | P. | P/W. |
| 497 | 3. | 060 | 620 | 4.3 | 69 |
| 656 | 6.7 | 102 | 896 | 11.7 | 130 |
| 761 | 8. | 105 | 930 | 12.3 | 132 |
| 816 | 9.3 | 114 | 972 | 18.9 | 194 |
| 642 | 5.7 | 88 | 724 | 11.1 | 153 |
| 1020 | 10.7 | 104 | 1224 | 20.5 | 165 |
| 531 | 5.3 | 190 | 708 | 23.3 | 329 |
| 939 | 17.9 | 190 | 1041 | 21.3 | 204 |
| 846 | 16.3 | 191 | 900 | 26.1 | 290 |
| 798 | 15.5 | 194 | 899 | 17.9 | 199 |

| 1 uur. | | | 24 uur. | | |
|---|---|---|---|---|---|
| W. | P. | P/W. | W. | P. | P/W. |
| 737 | 7.7 | 104 | 867 | 10.3 | 118 |
| 416 | 4. | 96 | 572 | 8.3 | 145 |
| 854 | 10.3 | 120 | 972 | 18.9 | 194 |
| 721 | 6. | 83 | 859 | 17.2 | 200 |
| 972 | 14.6 | 150 | 1353 | 28.1 | 207 |
| 915 | 14. | 153 | 1126 | 21.5 | 190 |
| 824 | 12. | 145 | 836 | 19.3 | 242 |
| 962 | 22.5 | 233 | 961 | 22.6 | 233 |
| 1118 | 23.1 | 209 | 1334 | 29.1 | 210 |
| 1218 | 21.5 | 176 | 1183 | 21.4 | 180 |
| 1186 | 29.8 | 251 | 1263 | 33.4 | 264 |
| 626 | 10. | 166 | 681 | 12. | 176 |

Eenige proeven werden nog genomen, ten einde uit te maken of deze absorptieverschijnselen ook al na zeer korten tijd te „meten" zouden zijn. Daarom werden eenige metingen verricht na 1 uur, na 2 uur, na 5 uur en na 8 uur. Hier zijn voor den eenvoud ook weer de gemeten waarden weggelaten en de directe weefselwaarden opgegeven. De volgorde is weerstand, polarisatie en P/W coëfficiënt.

| 1 uur. | | | 2 uur. | | | 5 uur. | | | 8 uur. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| W. | P. | P/W. | W. | P. | P/W. | W. | P. | P/W. | W. | P. | P/W. |
| 666 | 6.7 | 100 | 665 | 7. | 105 | 692 | 7.7 | 111 | 683 | 8. | 117 |
| 574 | 6. | 104 | 600 | 7. | 116 | 666 | 8 | 120 | 725 | 9.7 | 157 |
| 570 | 7. | 122 | 571 | 7.3 | 127 | 660 | 9.7 | 146 | 722 | 11.4 | 157 |

Ter contrôle of deze verschijnselen, i. c. de vermeerdering van weerstand en polarisatie, werkelijk aan deze absorptie moesten worden toegeschreven, werden eenige praeparaten op dezelfde wijze bewaard, maar nu de vochtige filtreerpapierschijven eerst verwijderd en verdamping tegengegaan door kurkafsluiting. Hier is een duidelijke vermindering van polarisatie en weerstand te constateeren.

| 1 uur. | | | 24 uur. | | |
|---|---|---|---|---|---|
| W. | P. | P/W. | W. | P. | P./W. |
| 581 | 5.3 | 91 | 500 | 4.3 | 86 |
| 496 | 4. | 80 | 452 | 3.7 | 82 |
| 1748 | 28 | 160 | 1646 | 26.6 | 161 |
| 900 | 16.8 | 186 | 850 | 14.1 | 154 |
| 1158 | 20.9 | 180 | 1001 | 16.1 | 160 |

§ III. *Vleesch van verschillende plaatsen, hetgeen nog aan verschillende invloeden was blootgesteld.*

*a.* De peiler van het middenrif van een rund met cysticercosis uitgesneden en in de cel in het koelhuis gehangen leverde na 24 uur de volgende waarden op, die steeds op dezelfde wijze en in dezelfde volgorde opgegeven zullen worden, als in de tabellen geschiedde.

| Gemeten waarden. | | Weefselwaarden. | | P/W. coëfficiënt |
|---|---|---|---|---|
| $W_1$ | $P_1$ | W. | P. | in tienduizendsten. |
| 377 | 7½ | 337 | 1.8 | 53 |
| 322 | 7 | 282 | 1.7 | 60 |
| 505 | 11 | 460 | 3. | 65 |

Een andere peiler op dezelfde wijze bewaard leverde het volgende:

| $W_1$ | $P_1$ | W. | P. | P/W. |
|---|---|---|---|---|
| 327 | 8½ | 286 | 2.1 | 73 |
| 600 | 18. | 546 | 5.3 | 95 |
| 880 | 6/33 | 788 | 14.3 | 187 |

De rest van boven gebruikte spier bleef, bij kamertemperatuur bewaard, open op tafel liggen tot den volgenden dag en werd daarna weer onderzocht; nu echter het diepste gedeelte ervan, de buitenvlakten waren aan de lucht eenigszins ingedroogd, dit onderzoek leverde het volgende:

| $W_1$ | $P_1$ | W. | P. | P/W. |
|---|---|---|---|---|
| 660 | 26 | 596 | 8. | 134 |
| 512 | 17 | 459 | 5. | 108 |
| 455 | 13 | 407 | 3.7 | 90 |

Een andere peiler werd gedurende zes dagen in de koelcel bij ongeveer 0° gelaten en daarna werden nog de volgende waarden gemeten:
aan de oppervlakte, dus betrekkelijk dicht aan de oude sneevlakte:

| $W_1$ | $P_1$ | W. | P. | P/W. |
|---|---|---|---|---|
| 271 | 5 | 183 | 1. | 54 |

Praeparaten, uit het midden gemaakt, bleken hoogere waarden te hebben:

| $W_1$ | $P_1$ | W. | P. | P/W. |
|---|---|---|---|---|
| 415 | 10 | 371 | 2.7 | 72 |
| 492 | 12 | 444 | 3.3 | 74 |

Ten slotte nog een peiler, die gedurende 16 dagen in de koelcel heeft gehangen, maar hiervan slechts tien dagen gekoeld werd, doordat nadien het koelhuis voor de jaarlijksche schoonmaak buiten werking werd gesteld. Dit stukje vleesch was na deze zestien dagen wel niet direct bedorven, maar rook toch minder frisch en begon aan de oppervlakte in bederf over te gaan. De praeparaten werden uit het midden genomen en gaven nog de volgende waarden:

| $W_1$ | $P_1$ | W. | P. | P/W. |
|---|---|---|---|---|
| 270 | 4 | 234 | 0.7 | 29 |
| 260 | 3 | 225 | 0.3 | 13 |
| 101 | 2 | 157 | 0. | |

Bedenkt men nu hierbij, dat bij bevroren vleesch nooit

een hoogeren P/W coëfficiënt dan 8 werd gevonden, dan kan men door het verrichten van meerdere metingen toch nog gebruik van deze methode maken, zooals uit dit geval duidelijk blijkt.

Vervolgens werden eenige praeparaten gemaakt uit het vleezig gedeelte van het middenrif van een rund, dat gedurende 8 dagen in de voorkoelruimte bleef hangen, voordat het wegens cysticercosis werd ingezouten.

| | $W_1$ | $P_1$ | W. | P. | P/W. |
|---|---|---|---|---|---|
| Na 24 uur: | 425 | 6 | 386 | 1.3 | 33 |
| | 355 | 5 | 317 | 1. | 31 |
| Na 8 dagen: | 236 | 4 | 200 | 0.7 | 35 |
| | 266 | 5 | 228 | 1. | 43 |

*b.* Van de spieren van den hals, die bij het toebrengen van den halssnede werden doorgesneden, waren gemakkelijk eenige stukjes voor onderzoek te verkrijgen.

Deze praeparaten leverden de volgende resultaten:

Na 24 uur zeer oppervlakkig genomen, eenige c.M. vanaf de oude sneevlakte:

| $W_1$ | $P_1$ | W. | P. | P/W. |
|---|---|---|---|---|
| 467 | 8 | 426 | 2. | 47 |
| 497 | 6 | 458 | 1.3 | 28 |

Na 2 × 24 uur een nieuw praeparaat uit een dieper gedeelte van een lange halsspier:

| $W_1$ | $P_1$ | W. | P. | P/W. |
|---|---|---|---|---|
| 247 | $3\frac{1}{2}$ | 211 | 0.5 | 23. |

Na 4 dagen in het voorkoelhuis te zijn geweest werd

nogmaals een praeparaat uit een van de halsspieren gemaakt met het volgende resultaat:

| $W_1$ | $P_1$ | W. | P. | P/W. |
|---|---|---|---|---|
| 280 | $3\frac{1}{2}$ | 244 | 0.5. | 20 |

Na 8 dagen dito praeparaten:

| $W_1$ | $P_1$ | W. | P. | P/W. |
|---|---|---|---|---|
| 266 | 3 | 231 | 0.3 | 13 |
| 440 | 7 | 400 | 1.7 | 42 |
| 1102 | 28 | 1036 | 8. | 77 |
| 370 | 7 | 330 | 1.7 | 51 |

*c.* Van het rund met cysticercosis werd tevens de kop in de koelcel bewaard en het vleesch daarvan leverde de volgende resultaten op:

Een uitwendige kauwspier; reeds werd bij de eerste snede een levensvatbaar exemplaar van cysticercus inermis gevonden en er werden verder geen insnijdingen gemaakt. Praeparaten werden gemaakt nadat de kop twee dagen in de cel had gehangen:

1. uit de lap van de oude sneevlakte:

| $W_1$ | $P_1$ | W. | P. | P/W. |
|---|---|---|---|---|
| 695 | 18 | 641 | 5.3 | 82. |

2. uit dezelfde uitwendige kauwspier doch nu van een versche sneevlakte:

| $W_1$ | $P_1$ | W. | P. | P/W. |
|---|---|---|---|---|
| 1490 | 6/36 | 1392 | 16.4 | 117. |

De boven gebruikte lappen vleesch bleven gedurende

twee dagen bij kamertemperatuur op de laboratoriumtafel liggen en werden daarna opnieuw onderzocht:

| $W_1$ | $P_1$ | W. | P. | P/W. |
|---|---|---|---|---|
| 347 | $3\frac{1}{2}$ | 311 | 0.5 | 16 |
| 337 | $2\frac{1}{2}$ | 303 | 0.15 | 5 |

Na zes dagen in de koelcel te zijn geweest, werd de andere uitwendige kauwspier, die dus geheel intact was gebleven, onderzocht:

| $W_1$ | $P_1$ | W. | P. | P/W. |
|---|---|---|---|---|
| 1010 | 25 | 947 | 8.3 | 87 |
| 720 | 13 | 673 | 3. | 44 |

Het overblijvende gedeelte van de uitwendige kauwspier, dat op den kaak was gebleven en dus niet meer goed afgesloten was, werd na 16 dagen onderzocht. Er was gedurende de laatste zes dagen niet meer gekoeld; aan de oppervlakte verkeerde dit vleesch in een beginnenden staat van ontbinding.

| $W_1$ | $P_1$ | W. | P. | P/W, |
|---|---|---|---|---|
| 277 | 3 | 242 | 0.3 | 12 |
| 291 | 3 | 256 | 0.3 | 3 |
| 224 | $2\frac{1}{2}$ | 190, | 0.075 | 3 |

*d.* Een paar stukjes vleesch van den dunnen ribwand werden ook nog onderzocht, deze stukken zijn niet beschermd tegen de atmosferische invloeden en liggen, bij de andere vleeschstukken vergeleken, zeer oppervlakkig.

| | $W_1$ | $P_1$ | W. | P. | P/W. |
|---|---|---|---|---|---|
| Na 2 dagen : | 780 | 23 | 720 | 6.3 | 87 |
| Na 7 dagen : | 165 | $2\frac{1}{2}$ | 131 | 0.15 | 11 |
| | 227 | $3\frac{1}{2}$ | 191 | 0.5 | 25 |
| Na 14 dagen : | 330 | 2 | 296 | 0. | 0 |
| | 340 | 2 | 306 | 0. | 0 |
| | 318 | 2 | 284 | 0. | 0 |

Men mag hier dus zeggen, dat na 14 dagen niet meer uitgemaakt kon worden, of hier bevroren of versch vleesch aanwezig was. Dit moet wel aan de oppervlakkige ligging worden toegeschreven.

*e.* Van een voorvoet, die volgens den stempelafdruk 16 dagen geleden geslacht was en waarvan juist de schouder afgelicht werd, konden uit één van de onderschouderspieren eenige praeparaten gemaakt worden met de volgende resultaten.

| $W_1$ | $P_1$ | W. | P. | P/W. |
|---|---|---|---|---|
| 392 | 5 | 354 | 1. | 28 |
| 526 | 7 | 486 | 1.7 | 35 |

Uit een naburige gemeente werd een stuk vleesch voor bacteriologisch onderzoek ingezonden en nadat dit onderzoek was ingesteld en het vleesch vervolgens nog 24 uur in een bak, bestemd voor afval, had doorgebracht, werd het nog op polarisatie onderzocht. Ook aan dit stuk, dat toch al heel wat had meegemaakt, viel nog duidelijk te constateeren, dat het geen bevroren vleesch was geweest. De metingen hadden de volgende uitkomsten :

| $W_1$ | $P_1$ | W. | P. | P/W. |
|---|---|---|---|---|
| 505 | 7 | 465 | 1.7 | 36 |
| 405 | $6\frac{1}{2}$ | 366 | 1.5 | 40 |
| 255 | $3\frac{1}{2}$ | 219 | 0.5 | 22 |

Een onderarm was twee dagen in de cel bewaard en is daarna 6 dagen bij kamertemperatuur in de zuurkast van het laboratorium blijven hangen. Eenige metingen leverden de volgende resultaten op:

| $W_1$ | $P_1$ | W. | P. | P/W. |
|---|---|---|---|---|
| 847 | 32 | 773 | 10. | 129 |
| 227 | 4 | 191 | 0.5 | 26 |
| 847 | 36 | 771 | 11.3 | 146 |
| 900 | 34 | 826 | 10.7 | 129 |
| 652 | 29 | 584 | 9. | 154 |
| 264 | 2 | 230 | 0. | |
| 530 | 13 | 492 | 3.7 | 75 |
| 340 | $5\frac{1}{2}$ | 302 | 1.1 | 36 |
| 622 | 14 | 573 | 4. | 69 |
| 365 | $5\frac{1}{2}$ | 327 | 1.1 | 33 |
| 241 | 3 | 206 | 0.3 | 14 |
| 315 | $4\frac{1}{2}$ | 278 | 0.9 | 32 |

*f.* In enkele gevallen zou het mogelijk kunnen zijn, dat men slechts de beschikking heeft over een zeer klein stukje vleesch, of dat er reeds gehakt van een stuk vleesch gemaakt is. Om deze reden werden ook een paar metingen gedaan met vleesch, dat tot gehakt was gemaakt. De eerste proef werd genomen met een stukje van de uitwendige kauwspier, dat twee dagen in de koelcel had gehangen en daarna een dag op tafel had gelegen. Het resultaat der metingen was als volgt:

| $W_1$ | $P_1$. | W. | P. | P/W. |
|---|---|---|---|---|
| 405 | $6\frac{1}{2}$ | 366 | 1.3 | 35 |
| 468 | 8 | 427 | 2. | 47 |

Van een stukje versch, nog warm vleesch werd ook gehakt gemaakt:

| $W_1$ | $P_1$ | W. | P. | P/W. |
|---|---|---|---|---|
| 730 | 15 | 680 | 4.3 | 63 |

Het bovenstaande praeparaat werd gedurende 24 uur bij kamertemperatuur in de glazen buis bewaard, terwijl de rest van het gemaakte gehakt op een klompje op tafel bleef liggen tot den volgenden dag, dus 24 uur blootgesteld aan uitdroging.

Het in de buis bewaarde gehakt gaf de volgende waarden :

| $W_1$ | $P_1$ | W. | P. | P/W. |
|---|---|---|---|---|
| 565 | 14 | 516 | 4. | 77 |

Een praeparaat, gemaakt uit het midden van het klompje gehakt, dat aan de oppervlakte reeds geheel uitgedroogd was, gaf nog de volgende waarden :

| $W_1$ | $P_1$ | W. | P. | P/W. |
|---|---|---|---|---|
| 500 | 10 | 456 | 2.7 | 59 |

Uit de bovenstaande resultaten blijkt zeer duidelijk, dat men in de meeste gevallen een duidelijke polarisatie kan aantoonen, terwijl de P/W coëfficiënt in het grootste deel der gevallen analoog daarmede ook boven de bevroren vleeschwaarde (8) blijft. Ook blijkt hier weer, dat de gemeten waarden zeer uiteenloopen en dat het niet zelden voorkomt, dat men naast elkaar een duidelijke polarisatie kan constateeren, terwijl een volgend of voorgaand praeparaat geen of zeer weinig polarisatie scheen te bezitten. Het is dus in ieder geval aangewezen om in die gevallen, waarin men geen polarisatie vindt, niet op één proef af te gaan, maar er zoo mogelijk eenige te nemen.

## HOOFDSTUK VII.

### BESCHOUWINGEN NAAR AANLEIDING VAN DE UITKOMSTEN.

Het versche vleesch heeft een grooten weerstand en een groote polarisatie ook in de praeparaten, die uit peesarm spierweefsel werden gemaakt. Bij het ouder worden van het vleesch ziet men deze waarden weldra achteruitgaan, speciaal in de peesarme praeparaten. Men zou dit kunnen opvatten, alsof er een gunstige invloed voor het behoud van de polarisatie door de peesplaten wordt uitgeoefend. Naar aanleiding van de proeven, die met enkel peesweefsel werden genomen, zou men dit verschijnsel als volgt moeten omschrijven.

Het enkele spierweefsel, dat arm is aan peesplaten, heeft, zeer versch onderzocht, wel een hooge polarisatie, maar verliest deze spoedig bij ouder worden.

Het enkele peesweefsel heeft geen groote polarisatie.

De combinatie van spierweefsel, met peesplaten doorschoten, heeft een hooge polarisatie, die slechts zeer langzaam vermindert bij het ouder worden.

Men mag natuurlijk de onderzoekingen, die met enkel peesweefsel zijn geschied, niet zonder meer vergelijken met het peesweefsel, dat als perimysium in- en externum in de spieren voorkomt, een nadere verklaring

zal van dit verschijnsel nog gezocht moeten worden. Het is mogelijk, dat de peesplaten de spiercellen zoodanig beschermen, dat deze langer hunne volle vitaliteit blijven behouden, het is ook mogelijk, dat de peesplaten als zoodanig oorzaak zijn van een grootere polarisatie.

In de eerste 24 uur na den dood zijn de biochemische veranderingen, die zich in het weefsel afspelen, van geen grooten invloed op den weerstand en de polarisatie. Volgens de gebruikte methode vindt men althans geen bizondere verschillen.

Eerst het 7 × 24 uur oude vleesch heeft over het algemeen geen zeer hooge polarisatiewaarden meer en alles is wat regelmatiger geworden en binnen engere grenzen gebleven De gemiddelde P/W coëfficiënt is hier 86.

In de tabellen van ouder vleesch is het peesarme spierweefsel op den achtergrond gebleven en zijn de praeparaten meestal genomen uit het meer peesvezelen bevattende spierweefsel, d.w.z. dat de vleezige tak van den M. flexor digitalis profundus enkele malen nog mede onderzocht is en verder de praeparaten gemaakt werden uit de andere buigers, die alle meer peesvezelen bevatten.

Hoewel de tabellen over het bevroren vleesch geheel achteraan geplaatst zijn, is er tusschen de andere proeven door ook bevroren vleesch onderzocht en begon het duidelijk te worden, dat er waarschijnlijk een onderscheid tusschen bevroren en niet bevroren vleesch langs electrometrischen weg zou zijn aan te toonen. Het kwam er dus hoofdzakelijk op aan om in alle andere — i. c. niet bevroren — vleesch polarisatie aan te toonen en daarom werden dus de peesarme stukken, waarvan het spoedige

verval der polarisatie reeds gebleken was, op den achtergrond geschoven en werd er verder speciaal gezocht naar polarisatie, die het best te vinden zou zijn in de peeshoudende spieren. Voor de regelmaat van het onderzoek en om tevens een goed overzicht te verkrijgen over het geheele verloop van de polarisatie en den weerstand werden ook praeparaten gemaakt uit onderarmen, die daarvoor speciaal in de koelcel werden bewaard. Grootere reeksen werden alleen gemaakt van vleesch, dat om een of andere reden meer in het verkeer komt, in ons geval dus speciaal het drie weken gekoelde vleesch.

In de tabellen, dit vleesch betreffende, zijn de waarden voor den weerstand en de polarisatie gevonden, veel regelmatiger geworden en kan men zelfs in de enkele peesarme praeparaten toch nog eenige polarisatie aantoonen, terwijl in het overgroote deel der gevallen een duidelijke polarisatie nog aan te toonen is en er dus bij een eventueel onderzoek geen twijfel bestaat tusschen drie weken gekoeld vleesch en bevroren vleesch. Zooals reeds eerder opgemerkt werd, is het noodzakelijk, dat men nooit op het resultaat van één enkele meting afgaat, maar er eenige maakt, ten einde een absoluut zekere conclusie te kunnen trekken.

Enkele praeparaten werden nog gemaakt uit zeer lang bewaard vleesch om eens te onderzoeken, hoe oud het vleesch wel moet zijn om door den electrischen stroom in het geheel niet meer gepolariseerd te worden en dus het vermogen om tegenkrachten te doen gelden geheel verloren te hebben.

In het vleesch, dat 7 weken bewaard werd, is de polari-

satie uit eenige praeparaten reeds verdwenen, terwijl in andere praeparaten nog duidelijk polarisatie is aan te toonen. In het vleesch, dat gedurende twee en een halve maand in de koelcel bewaard werd, is alle polarisatie verdwenen. Het is misschien wel mogelijk met fijnere toestellen en door meer praeparaten te onderzoeken zelfs ook hierin nog polarisatie aan te toonen. Dit heeft geen praktische beteekenis, aangezien vleesch, dat twee en een halve maand in een koelhuis bewaard is, nooit zal worden aangetroffen in den praktischen vleeschhandel. Drie weken is wel de langste termijn gedurende welke vleesch in een koelhuis bewaard wordt. In dit laatste geval is de gemiddelde P/W coëfficiënt nog 51, terwijl de hoogste waarde hiervoor bij het bevroren vleesch maar 8 bedraagt.

Het geheele onderzoek gaat over rundvleesch, ander vleesch is niet onderzocht. Het groote, onderlinge verschil in de uitkomsten van praeparaten, die gemaakt zijn uit éénzelfde spiergedeelte, is nog niet verklaard ; om hiervoor echter een verklaring te kunnen vinden zou het eerst noodig zijn om een juiste definitie te kunnen geven van het wezen der polarisatie en hare oorzaken.

Wat zich met deze methode op het gebied der vleeschwaren laat bereiken, is niet in eens te overzien; met enkele woorden wil ik er even de aandacht op vestigen, dat bijv. het zoutgehalte van rookvleesch zeer waarschijnlijk groote veranderingen in den weerstand zal geven. Bij een eventueel bederf zal men dan langs electrometrischen weg kunnen uitmaken, of dit bederf geweten moet worden aan een onvoldoende opname van zout of misschien aan andere oorzaken. Het is niet onmogelijk, dat in versche

plockworst het onderscheid nog is aan te toonen tusschen versch en bevroren vleesch, waarschijnlijk zullen deze beide soorten zich tegenover de bereidingswijze niet precies eender gedragen. Of een verschil in weerstand in leverworst een aanwijzing zou kunnen geven naar de hoeveelheid meel, die erin verwerkt is, zal proefondervindelijk moeten worden uitgemaakt.

Op blz. 71 en 128 is er op gewezen, dat het weefsel water opneemt, als het nog versch is, en hierdoor veranderingen in polarisatie en weerstand ontstaan. Op de beteekenis van dit verschijnsel in verband met den toestand van de celmembranen werd ook de aandacht gevestigd. Wanneer men nu echter dit verschijnsel nog eens van het standpunt beziet, dat de polarisatie speciaal gebonden is aan de levenseigenschappen van de cellen en men constateert dan, dat na eenige uren deze polarisatie is vermeerderd, terwijl toch het weefsel al dien tijd reeds uit het levende dier is verwijderd geweest, dan kan men toch niet aannemen, dat het weefsel nog vitaler is geworden, integendeel moet men aannemen, dat de levenseigenschappen eerder verminderd dan vermeerderd zullen zijn. Deze vermeerdering van polarisatie en weerstand is beslist een gevolg van de opname van de vloeistof, want indien men onder dezelfde omstandigheden weefselpraeparaten bewaart, zonder dat deze vloeistof kunnen opnemen, dalen de weerstand en de polarisatie. Het is misschien mogelijk om theoretisch deze verschijnselen te verklaren door behalve het bestaan van polarisatie ook de aanwezigheid van electrostatische capaciteit aan te nemen. Hierop verder in te gaan is echter niet mijn doel, omdat deze

onderzoekingen begonnen zijn met de bedoeling om uit de verschijnselen, die zich bij de doorstrooming voordoen een methode van onderzoek te vinden en niet om de verschijnselen als zoodanig te verklaren.

Wanneer men de tabellen over deze wateropname nagaat, blijkt, dat zelfs na eenige uren reeds veranderingen zijn waar te nemen en daardoor misschien de mogelijkheid bestaat om hieruit een methode te vinden, die zeer snel tot het onderkennen van veranderingen in het weefsel in staat zou stellen.

Bij dit geheele onderzoek werd steeds gebruik gemaakt van Ringer-vloeistof en werden geen proeven genomen met andere oplossingen. Volgens deze methode is als eenig duidelijk resultaat feitelijk alleen het onderscheid tusschen bevroren en niet bevroren vleesch gebleken. Een inzicht betreffende het verloop der polarisatie werd eveneens verkregen en uit de verhouding van polarisatie en weerstand kan men met eenige zekerheid een ruwe schatting maken omtrent den ouderdom van het onderzochte vleesch, doch hiervoor moet men terdege rekening houden met de omstandigheden, waaronder het vleesch bewaard werd. Dit is feitelijk alleen goed mogelijk, indien men beschikken kan over een onderarm, die in het koelhuis bewaard is. In de bovenstaande beschouwingen werd herhaaldelijk gewezen op de verschillende toepassingen van deze electrometrische methode, die nog uitgewerkt moeten worden en waarvoor alleen in korte trekken de weg werd aangegeven.

Aangezien in de literatuur bijv. door Dr. Alfred Schwartz in zijn studie: „Ueber die Abhängigkeit der

elektrischen Eigenschaften der Froschhaut von der Beschaffenheit der daran angrenzenden Medien und vom Nervensystem", er op gewezen wordt, dat de sterkste verschijnselen zich alleen voordoen wanneer men zwakke oplossingen gebruikt bijv. 1/10 tot 1/1000 normaal van $CaCl_2$ o.a. en dat men geen verschijnselen ziet bij hoogere concentraties bijv. van 1/3 tot 1/8 normaal oplossingen, is het zeer goed mogelijk, dat men door de Ringer-vloeistof te vervangen door een andere oplossing wel verschillen zal kunnen constateeren tusschen normale en ziekelijke toestanden in het vleesch van respectievelijk gezonde en zieke slachtdieren. Zooals door Dr. WATERMAN de zeer verschillende invloed van het Ca-ion werd gevonden op normaal weefsel en kankerweefsel, zullen er in deze richting nog vele proeven moeten worden genomen met niet alleen verschillende concentraties, maar ook met verschillende ionen, die alle een zeer verschillend effect op de celmembranen kunnen hebben. Men vergelijke de uitgebreide studiën van OVERTON hierover (Archiv für Physiologie, Band 92 bldz. 115 en bldz. 346.) Ook HÖBER heeft uitgebreide onderzoekingen gedaan over de permeabiliteit der verschillende ionen bij de spieren van den kikvorsch (Archiv für Physiologie, Band 106 Bldz. 599.) Deze beide studiën zijn echter meer op het gebied der permeabiliteit en staan dus niet in direct verband met het doel van dit onderzoek, wel echter zijn ze van groot belang om een verklaring van de polarisatie duidelijker te maken en om verder door te dringen in het wezen der physiologische processen, die zich in- en om de cellen afspelen.

De resultaten der metingen van het electrometrisch onderzoek zijn echter zeer goed te gebruiken ter onderscheiding van diverse soorten weefsels zonder de oorzaken der verschijnselen te kennen (WATERMAN kankeronderzoek), en zoo is het ook mogelijk om aan ander weefsel i.c. de verschillende organen deze verschijnselen te bestudeeren, daar ze toch in het nauwste verband staan met den physiologischen toestand der cellen en der celmembranen. Men kan op deze wijze, zooals door Dr. WATERMAN en door GILDEMEISTER reeds is aangegeven, een studie maken van de permeabiliteit voor verschillende stoffen in organen, die in rust verkeeren of op andere momenten deelnemen aan de stofwisseling.

Aan het einde van dit electrometrisch vleeschonderzoek gekomen, rest mij nog een kleine herhaling van de toepassing, die deze methode nog wacht.

Feitelijk is mijn onderzoek slechts een inleiding tot een veel grootere reeks van onderzoekingen, waarvan ik als de voornaamste wil opsommen:

Een nader onderzoek van den invloed van hoogere en lagere temperatuur op vleesch van gezonde en zieke dieren.

Een nader onderzoek van de veranderingen, die plaats hebben in weerstand en polarisatie door het weefsel in de gelegenheid te stellen vloeistof op te nemen, waarin geen en waarin verschillende stoffen in verschillende concentraties zijn opgelost.

Een nader onderzoek naar het verloop van weerstand en polarisatie in het vleesch van andere diersoorten dan het rund.

De veranderingen van de parenchymateuse organen, o.a. door septichaemie, langs den weg van het electrometrisch onderzoek trachten te constateeren.

Het voorgaande eventueel in verband te brengen met de resultaten van het bacteriologisch vleeschonderzoek.

Nadere onderzoekingen betreffende de polarisatie en weerstand in „chilled meat".

Doorstrooming der diverse weefsels met verschillende ionen.

## CONCLUSIES.

Het electrometrisch onderzoek is een zeer gevoelige methode om in levend weefsel biologische veranderingen te constateeren.

Langs electrometrischen weg is bevroren vleesch met veel grootere zekerheid van versch vleesch te onderscheiden dan volgens eenige andere tot nu toe gebruikte methode.

In den groothandel en in ieder geval, waarin men de beschikking heeft over een geheelen onderarm, is alle bevroren vleesch van versch vleesch langs electrometrischen weg zonder twijfel te onderscheiden.

In alle andere gevallen, waarin de P/W coëfficiënt, in verband met de in het bovenstaand onderzoek gebruikte toestellen, de waarde van negen tienduizendsten overschrijdt, heeft men vleesch onderzocht, dat niet bevroren is geweest.

De gevallen waarin niet bevroren vleesch bij electrometrisch onderzoek een P/W coëfficiënt oplevert, kleiner dan negen tienduizendsten, zijn in de praktijk zeer zeldzaam. Zij komen voor bij stukken, die

I. zeer oud zijn, 14 dagen, 3 weken, en reeds in beginnend bederf verkeeren;
II. sterk zijn uitgedroogd;
III. verwarmd zijn tot boven 60 graden.

In vleesch met veel peesplaten tusschen de spiervezelen blijft de polarisatie langer behouden dan in peesarm vleesch.

De waarden van weerstand en polarisatie loopen zoodanig uiteen, zelfs in hetzelfde stuk weefsel, dat men om zekere conclusies te kunnen trekken, steeds meer dan één praeparaat moet onderzoeken.

Het is noodzakelijk gebleken om alle metingen bij dezelfde temperatuur te verrichten en alle praeparaten dezelfde afmetingen te geven, ten einde vergelijkingen te kunnen maken.

Niettegenstaande de benoodigde toestellen voor het electrometrisch vleeschonderzoek vrij ingewikkeld zijn, is het onderzoek op zichzelf, indien de toestellen eenmaal zijn opgesteld, eenvoudig en in korten tijd uit te voeren.

Op het gebied der vleeschkeuring ligt voor het electrometrisch onderzoek nog een groot gebied voor nadere studie geheel open.

## GERAADPLEEGDE LITERATUUR.


1. E. DU BOIS REYMOND, Ueber secundär elektromotorische Erscheinungen an Muskeln, Nerven und elektrischen Organen. (Archiv für Physiologie, Jahrgang 1884.)
2. M. WIEN, Einheitsrollen der Selbstinduktion. (Annalen der Physik und Chemie, No. 44, 1891.)
3. A. ELSAS, Ueber Widerstandsmessungen mit Hülfe des Telephons. (Annalen der Physik und Chemie, No. 44, 1891).
4. M. WIEN, Ueber die Polarisation bei Wechselstrom. (Annalen der Physik und Chemie, Band 58, 1896).
5. W. NERNST und E. H. RIESENFELD, Ueber elektrische Erscheinungen an der Grenzflache zweier Lösungsmittel. (Annalen der Physik und Chemie, Band 8, 1902).
6. E. OVERTON, Beiträge zur allgemeinen Muskel- und Nervenphysiologie. (Archiv für Physiologie Band 92. 1902).
7. HERMAN GALLER, Ueber den elektrischen Leitungswiderstand des tierischen Körpers. (Pflüger's Archiv für die gesammte Physiologie, Band 149, 1913).
8. MARTIN GILDEMEISTER, Ueber die im tierischen Körper bei elektrischer Durchströmung entstehenden Gegenkräfte. (Pflüger's Archiv für die gesammte Physiologie, Band 149, 1912).
9. M. GILDEMEISTER, Der sogenannte psycho-galvanische Reflex und seine physikalisch-chemische Deutung. (Pflüger's Archiv für die gesammte Physiologie, Band 162, 1915).
10. Dr. ALFRED SCHWARTZ, Ueber die Abhängigkeit der elektrischen Eigenschaften der Froschhaut von der Beschaffenheit der daran angrenzenden Medien und vom Nervensystem. (Pflüger's Archiv für die gesammte Physiologie, Band 162, 1915).
11. A. BELOUSS, Untersuchungen über den Einfluss von Elektrolyten auf die elektrische Leitfähigkeit und die Polarisation der tierischen Haut. (Pflüger's Archiv für die gesammte Physiologie, Band 162, 1915).
12. MARTIN GILDEMEISTER, Ueber elektrische Widerstand, Kapazität und Polarisation der Haut. (Pflüger's Archiv für die gesammte Physiologie, Band 176, 1919).

13. M. Philippson, Sur la résistance électrique des cellules et des tissus. (Compte rendu des Séances et Mémoires de la Société de Biologie, 1920, Tome 83, p. 1399).

14. M. Philippson, Les lois de la résistance électrique des tissus vivants. (Extrait des Bulletins de la Classe des Sciences, 4 juin 1921).

15. M. Philippson, Application des lampes à trois électrodes à la mesure de la résistance électrique des cellules et des tissus vivants. (Archives internationales de Physiologie, Vol. XVIII 1921).

16. Jacques Loeb, Conductivity and Permeability. (The Journal of general Physiology, IV Vol. 1922).

17. N. Waterman, Electrochemisch Carcinoomonderzoek. (Ned. Tijdschrift voor Geneeskunde, 1922, Deel I, Bldz. 1780).

18. N. Waterman, Tumor und Permeabilitätsproblem. (Biochemische Zeitschrift, Band 133, Heft 4/6, 1922).

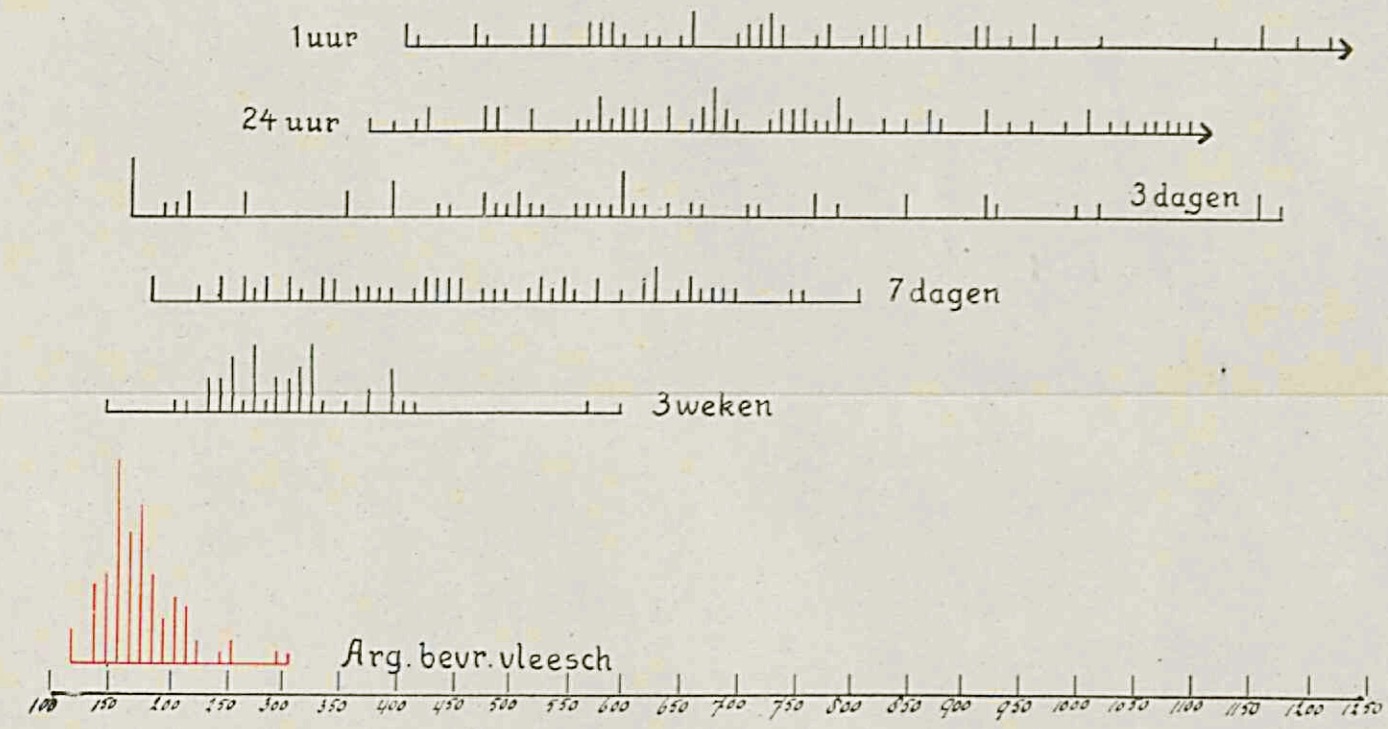
19. Bijtel, De eigenschappen van het menschelijk lichaam als stroomgeleider. (Proefschrift, Leiden 1922).

20. N. Waterman, Verdere electrochemische onderzoekingen over Kanker. (Ned. Tijdschrift voor Geneeskunde, 1923. II B, Bldz. 2579).

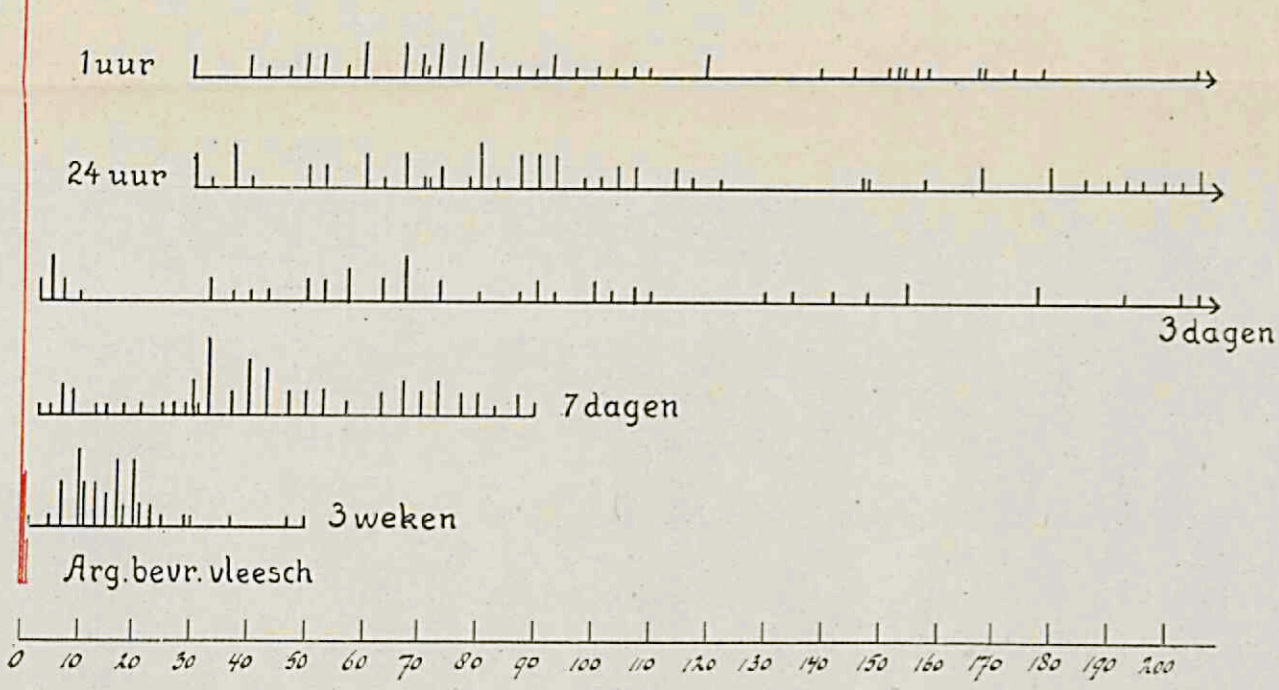
21. Verslagen en Mededeelingen betreffende de Volksgezondheid, No. 8, 1924.

22. Chemisch Weekblad, 17 Mei 1924.

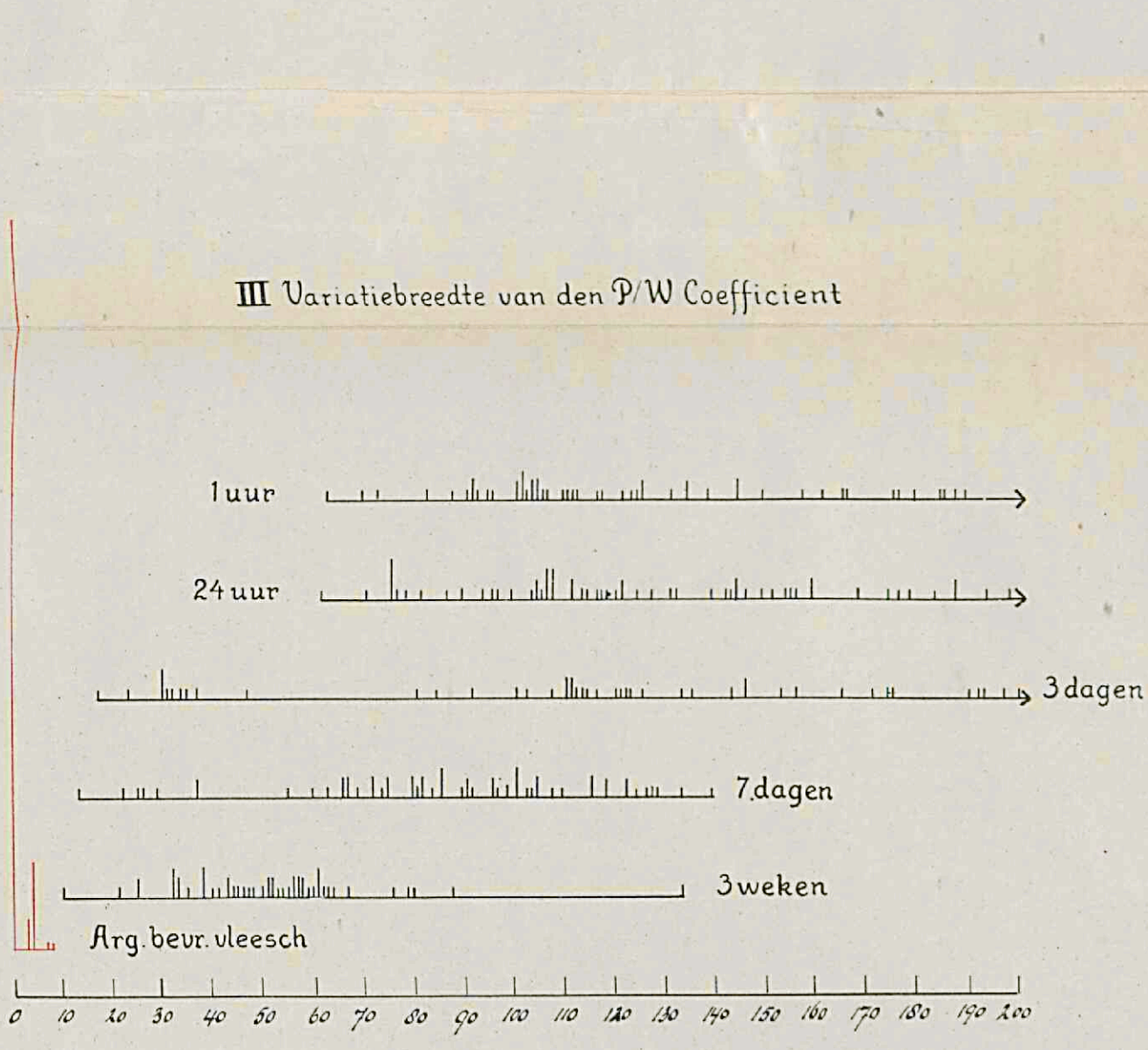
I Variatiebreedte van den Weerstand




II Variatiebreedte van de Polarisatie




III Variatiebreedte van den P/W Coefficient




De grafieken zijn op ongeveer $^{2}/_{3}$ der ware grootte weergegeven.

# STELLINGEN.

## I.

De methode van FRANK ter bepaling van de levensvatbaarheid van cysticercus inermis is betrouwbaar, eenvoudig en snel uit te voeren.

## II.

Het verschil in beenzetting in den linkschen en den rechtschen galop is van diagnostische beteekenis bij het onderzoek van kreupelheden.

## III.

Door het ontbreken van een deskundige leiding moet in de praktijk bij kreupelheden dikwijls te lange rust worden voorgeschreven, terwijl oordeelkundige beweging een betere therapie zou zijn.

## IV.

De bizondere voorzorgen, die het hoefbeslag van rijpaarden en vooral dat van jacht- en springpaarden vereischt, worden te weinig in acht genomen.

## V.

Het zou zeer zijn toe te juichen, indien het veeartsenijkundig hoogeronderwijs een inleiding in de psychologie der dieren omvatte.

VI.

Uit een psychologisch oogpunt beschouwd, is het dresseerhalster van NORTON SMITH, in de verbeterde uitvoering, het eenig juiste correctie-middel in alle gevallen, waarbij een paard zich uit *onwil* verzet.

VII.

Het onderzoek op cornage-*geluid* moet bij *rij*paarden in twijfelachtige, en vooral in die gevallen, waarbij men op de gebruikelijke wijze niets verdachts hoort, steeds van uit den zadel geschieden.

VIII.

Over het algemeen wordt er te weinig aandacht geschonken aan de lymphoglandulae iliacae mediales bij de keuring van varkens na het slachten.

---

a 805 f

BIBLIOTHEEK
DIERGENEESKUNDE
UTRECHT