



# De fibrillaire structuur der zenuweindorganen

<https://hdl.handle.net/1874/256044>

L<sup>no</sup> 192

Med 8 Juli 1909

# DE FIBRILLAIRE STRUCTUUR DER ZENUWEINDORGANEN.

PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD VAN

DOCTOR IN DE GENEESKUNDE

AAN DE RIJKS-UNIVERSITEIT TE UTRECHT,

OP GEZAG VAN DEN RECTOR MAGNIFICUS

DR. JAN DE VRIES,

HOOGLEERAAR IN DE FACULTEIT DER WIS- EN NATUURKUNDE,

VOLGENS BESLUIT VAN DEN SENAAAT DER UNIVERSITEIT TEGEN DE

BEDENKINGEN VAN DE FACULTEIT DER GENEESKUNDE

TE VERDEDIGEN

OP DONDERDAG 8. JULI 1909

DES NAMIDDAGS TE 3 UUR,

DOOR

EMIL VAN DE VELDE,

GEBOREN TE KEULEN.

Diss.  
Utrecht

1909

LEIPZIG,  
GEORG THIEME,  
1909.







DE FIBRILLAIRE STRUCTUUR  
DER ZENUWEINDORGANEN.



*Diss. Utrecht 1909*

# DE FIBRILLAIRE STRUCTUUR DER ZENUWEINDORGANEN.

PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD VAN

DOCTOR IN DE GENEESKUNDE

AAN DE RIJKS-UNIVERSITEIT TE UTRECHT,

OP GEZAG VAN DEN RECTOR MAGNIFICUS

DR. JAN DE VRIES,

HOOGLEERAAR IN DE FACULTEIT DER WIS- EN NATUURKUNDE,

VOLGENS BESLUIT VAN DEN SENAAAT DER UNIVERSITEIT TEGEN DE

BEDENKINGEN VAN DE FACULTEIT DER GENEESKUNDE

TE VERDEDIGEN

OP DONDERDAG 8. JULI 1909

DES NAMIDDAGS TE 3 UUR,

DOOR

EMIL VAN DE VELDE,

GEBOREN TE KEULEN.



---

LEIPZIG,  
GEORG THIEME,  
1909.



AAN MIJNE MOEDER.

*Aan het begin van dit proefschrift wil ik aan U, Hooggeleerde Heeren Professoren van de Philosophische Faculteit te Leiden en de Medische Faculteiten onzer beide Zuid-Nederlandsche Rijks-Universiteiten mijn oprechten dank betuigen voor het onderwijs, dat ik van U mocht ontvangen.*

*Inzonderheid ben ik U, Hooggeleerde Pekelharing, hooggeachte Promotor, hartelijken dank verschuldigd voor de groote bereidwilligheid, waarmede gij niet alleen de taak mijn promotor te zijn op U genomen hebt maar mij ook gedurende mijn studietijd te Utrecht met Uw en zoo gewaardeerden raad ter zijde hebt gestaan.*

*Ook aan U, Hooggeleerde Langelaan en hooggeachte Doctor BOEKE, voel ik mij van harte gedrongen een woord van dank te brengen voor het vele goede, wat ge mij gedurende mijn tweejarig assistentschap aan Uw laboratorium hebt gegeven: gij hebt mij op onbepaalde en welwillende wijze in staat gesteld mijne ervaringen ruimschoots te verrijken en getracht mij een' degelijken wetenschappelijken grondslag te geven om daarop te kunnen voortbouwen. Ik hoop, dat ik de vele tijd en moeite, die ge U getroost hebt, waardig zal blijken.*

*En stellig zoude ik aan mijne dankbaarheid te kort doen, indien*

*ik niet hier gewag maakte van de groote erkentelijkheid jegens de Hooggeleerde Heeren Professor Doctor M. FÜRBRINGER te Heidelberg en Professor Doctor VAN GEHUCHTEN te Leuven, die de groote bereidwilligheid hadden mij in de jaren 1904 en 1905 op hunne laboratoria de ruimste gastvrijheid te verleen.*

*Ik zou niet kunnen volstaan zonder hier gewag te maken van den aangenamen en nuttigbesteden tijd, Hooggeleerde Van Leersum, toen ge me in de gelegenheid steldet op uwen tocht naar het Biologisch Laboratorium „A. Mosso“ op den Monte Rosa U met wetenschappelijk onderzoek behulpzaam te zijn; het was niet alleen het wetenschappelijk samenwerken, dat de herinnering aan de bekoring der reis nog levendig in mij wakker houdt.*

*Ten slotte een woord van dank aan de behulpzame hand, die mij bij het vertalen en de correctuur van dit proefschrift met liefde ter zijde stond.*

*Door onvoorziene omstandigheden moest deze dissertatie in de Duitsche taal het licht zien. Ik ben me te zeer van de schuld, die ik hierbij als Nederlander op me laad, bewust, dan dat ik dit op deze plaats niet even zou willen memoreeren.*



(Aus der histol. Abteilung des Anat. Institutes zu Leiden.)

---

## Die fibrilläre Struktur der Nervenendorgane

von

**Emil Van de Velde.**

---

(Tafel XI—XIII.)

---

Es besteht wohl keine Gewebsart, die so oft und mit so mannigfaltigen Färbungsmethoden untersucht worden ist, als das Nervensystem, und das ist handgreiflich: suchte man doch von jeher nicht nur ein anatomisches Substrat des Zusammenhangs der somatischen und cerebralen Funktionen, sondern man war auch darauf bedacht, dessen Struktur zu ergründen.

Ein besonders wichtiges Ergebnis dieser massenhaften Untersuchungen war die Neuronentheorie Waldeyers, welche auf den Befunden Cajals mit der Golgi-Imprägnation aufgebaut, lehrte, dass jede Nervenzelle mit ihren vielen Ausläufern und den darin enthaltenen Neurofibrillen eine anatomisch isoliertstehende Einheit darstellt. Bald fand jedoch diese Theorie ihre Widersacher: Apathy veröffentlichte 1898 den Satz, dass die Neurofibrille „das wesentliche spezifische Bestandteil“ des Nervensystems sei und schloss dieses hauptsächlich aus Befunden bei Invertebraten. Seit lange schon waren die Neurofibrillen als Elemente der Nervenzelle und ihre Ausläufer bekannt und eine grosse Anzahl Färbungsmethoden derselben veröffentlicht: Ich nenne hier unter mehr die von Max Schultze (1868), die Goldchloridmethode von Cohnheim-Hoyer (1873), die Säurefuchsinmethode von Kupfer (1883) und zur gleichen Zeit die von Apathy, die Golgi-Imprägnation (1885), die Ehrlichsche Methylenblaureaktion (1886) und ihre Modifikationen

(Dogiel, Semi, Meyer), die neueren Methoden-Apathy (1895 und 1897), die von Bethe (1897 und 1900) und endlich die Silberimprägnation Cajals [14] und die auf demselben Prinzip beruhende Methode Bielschowskys [8] (1904).

Je vollständiger und je mehr elektiv die Färbung der Neurofibrillen bis zur letzten Endigung gelingt, desto brauchbarer kann man die Methode nennen. Wir sind schon längst der Zeit entwachsen, um mit Krause [38, 39, 40] von allen Nervenendigungen in Endorganen zu sagen: „Man kann nichts einfacheres sich denken: die Nervenfasern werden blass und endigen mit einem Knopfe; innerhalb dieses Knopfes hören die marklosen Knöpfchen wiederum mit knopfförmigen Verdickungen auf. Das ist das wahre Nervenende!“

Apathy gelang es zuerst [1], mit seiner neuen Neurofibrillenfärbung, im peripheren Nervensystem der Invertebraten die letzte Nervenendigung als Netze darzustellen; bei Vertebraten war ihm dieses nahezu unmöglich und Dogiel ist als der erste [25] zu nennen, der die peripheren Endnetze in den Körperchen von Herbst und Grandry mit der Methode Cajal deutlich und einwandfrei zutage brachte. Er ergänzt dieses später noch [20] (1904) und beschreibt die Endnetze ebenfalls in Endgebilden des Coriums und der Epidermis von Säugetieren.

Nach Dogiel und zur gleichen Zeit haben auch andere Forscher mit der Cajalschen Imprägnation ihre Untersuchungen angestellt und überhaupt ist diese Methode mehr ausgenutzt worden als das zur gleichen Zeit erschienene Verfahren Bielschowskys, was vielleicht daran zuzuschreiben ist, dass das erstere in der Handhabung einfacher erscheint. Jedoch bietet die Bielschowskysche Imprägnation mancherlei Vorteile, die nicht zu gering zu schätzen sind und mich daher veranlassten, die Methode zu meinem Zwecke in Anwendung zu bringen: die Fixation mittels Formols, in welcher Flüssigkeit die Objekte lange haltbar sind, so dass man dieselben nicht sofort zu bearbeiten braucht, und die Vermeidung der Hyper- und Hypimprägnation, welche bei der Methode Cajals so sehr in den Vordergrund tritt.

Obgleich Bielschowsky selbst die schönsten Resultate mit Gefrierschnitten erhielt, habe ich die Paraffineinbettungsmethode befolgt und mit gutem Erfolg. Die Handhabung ist die folgende:

Die Objekte werden mindestens 24 Stunden fixiert in einer 10- bis 15prozentigen Lösung der Scheringschen Formaline und müssen nicht die Dicke von 1 cm überschreiten; dann werden sie ausgewaschen in aqua dest., verbleiben 3—5 Tage in 2prozentiger Silbernitratlösung, werden wieder in aqua dest. ausgewaschen und kommen alsbald in eine Lösung, die wie folgt bereitet wird: Man mischt drei Tropfen 40prozentige Kalilauge mit 20 ccm 2prozentiger Silbernitratlösung und löst das Präzipitat unter beständiger Zufügung von Ammonia auf; es entsteht dann eine wasserähnliche Flüssigkeit, in der zwei Silbersalze vorhanden sind, das Silberammoniumnitrat und das Silberoxydammonium. Die vollständige Reduktion dieser beiden Salze wird erreicht durch eine 20prozentige Formalinelösung, in welcher die Stücke 24 Stunden verbleiben; sodann folgt eine schnelle Entwässerung in Alkohol und Einbettung mittels Xylols in Paraffin. Die Schnitte waren meistens  $10\ \mu$  dick — manchmal dünner — und wurden auf den Objektgläsern mit Eiweissglyzerine geklebt. Nach Vergoldung in einem schwachen Goldbade und Fixierung mittelst Fixiernatrons (5%) werden die Gläser wie bekannt montiert.

Die Fixation der Objekte stellte sich als sehr genügend heraus; manchmal trat in einzelnen Zellen Vakuolisierung auf. Die Farbe der Präparate hängt ab von der längeren oder kürzeren Imprägnation und Vergoldung; die schönsten Resultate sind wohl zu finden in Präparaten, die eine schwach violette Farbe haben: nicht nur wird das nervöse Gewebe deutlich schwarz gefärbt, sondern auch die Umgebung tritt deutlich hervor; wo Muskeln getroffen sind, vor allem quergestreifte, wird die anisotrope Scheibe in zwei dunkle Streifen, die jederseits ein helles Zwischenstück begrenzen, geteilt.

### Körperchen von Grandry.

In der Wachshaut des Entenschnabels kommen zwei Sorten Nervenendorgane vor: die Körperchen von Grandry und die von Herbst, welche letzteren, was ihren Bau anbelangt, zu vergleichen sind mit den Körperchen von Vater-Pacini.

Die Endorgane von Grandry bestehen aus zwei oder mehr über-

einander gelegenen Zellen, wozwischen der Nerv nach Durchbrechung der umhüllenden Kapsel sich wie eine Scheibe ausbreitet. Schon in 1869 zum ersten Male von Grandry beobachtet [32], konnte weder er noch in späterer Zeit Merkel [47] (1875) ihre Struktur deutlich beschreiben: der letzte ging sogar in seinen theoretischen Betrachtungen so weit, dass er die Tastzellen für periphere Ganglienzellen hielt. Es war nun das Verdienst Ranviers [54], die wahre Struktur und das gegenseitige Verhalten von Tastzellen und Nerven zu ermitteln und zwar an Goldchloridpräparaten: auch Key und Retzius hatten ein Jahr früher, (1876) die Tastzellen- und Nervenausbreitung beschrieben [35], aber weniger deutlich als Ranvier. Er beobachtete unter mehr in den Tastzellen eine radiäre Streifung, welche Key und Retzius entgangen oder nicht unter die Augen gekommen war.

In zwei Verhandlungen [47, 48] äusserten Merkel und mit ihm noch einige andere [7, 8] sich, dass diese intrazelluläre Streifung in Verbindung stände mit dem Nervensystem. Sie blieben jedoch allein stehen bei dieser Auffassung und obwohl Waldeyer [74] (1875) sich auch dafür erklärte, kam er später (1879) darauf zurück und fasste die Tastscheibe als Nervenendigung auf, indem er dieser aber noch einen zellulären Ursprung zusagte.

Kultschisky [41] (1884) verwarf diese Anschauungen und formulierte seine Resultate wie folgt: „Die Nervenscheibe und das Protoplasma der Tastzellen verschmelzen nur scheinbar miteinander, zwischen beiden existiert eine Grenzlinie.“

Was die Nervenendigung anbelangt, ist W. Krause [38] (1881) der Meinung, dass die Tastscheibe einen grossen ausgebreiteten Knopf bildet, so wie er ihn auch in der obengenannten Publikation für andere Nervenendigungen beschreibt.

Auch für die feinere Struktur der Tastscheibe ist in den Untersuchungen von späteren Autoren, u. a. denen von Carrière, Schwalbe, Dostoiewsky, nur zu erwähnen, dass der letzte Autor [26] eine konzentrische Streifung beschreibt an Präparaten mit Goldchlorid gefärbt.

Mit der Methylenblauinjektion kommt Dogiel [22] (1891) zum Resultat, dass die Tastscheibe von zwei Fibrillen, aus dem Achsenzylinder hervorgehend, wie von einem Ringe umgeben wird, dessen

Inhalt ein homogenes oder etwas körniges Ausseres hat und wahrscheinlich aus interfibrillärem Stoff besteht.

Geberg [29] (1893) scheint mit derselben Methode jedoch glücklicher gewesen zu sein und findet, dass der eintretende Achsenzylinder sich in der Tastscheibe in einige Fibrillen teilt, welche sich bald teilen, bald vereinigen, und radiär nach dem Rande der Tastscheibe verlaufen. So wie sich aus seiner etwas dürftigen Zeichnung herausstellt, hat er gewiss einige Teile der Scheibe in ihrer wahren Struktur gesehen, obschon Scymonowicz [64] (1895) dieses leugnet und das Resultat der mangelhaften Färbung oder Entfärbung der Präparate zuschreibt.

In demselben Werke legt dieser seine Untersuchungen nieder, ebenfalls an Methylenblaupräparaten, und beschreibt den Eintritt des Achsenzylinders durch die Kapsel in das Organ nach Verlust der Mark- und Schwannschen Scheide. Der Nerv dringt dann zwischen zwei Tastzellen, nachdem er erst den Scheibenring, welcher von einer diaphragmaartigen Ausbreitung der Kapsel zwischen den Tastzellen gebildet wird, durchbrochen hat. Dort breitet er sich fächerförmig aus, indem er sich in äusserst feine Fibrillen auflöst, welche jede für sich nach dem gegenübergestellten Rande der Scheibe verlaufen und dort ein Netzwerk bilden. Bisweilen war, nach Scymonowicz, zu beobachten, dass die Fibrillen an der Stelle, welche übereinkommt mit dem Kerne der Tastzelle, auseinander wichen und dadurch eine hellere Färbung der Scheibe hervorriefen. In Methylenblaupräparaten waren die Fasern bis an den Rand der Scheibe scharf konturiert und zeigte der Rand kleine Unebenheiten und Prominenzen, welche nach Scymonowicz wahrscheinlich auf Rechnung der Schrumpfung des Scheibenringes zu setzen waren. Zwischen Scheibe und Tastzelle bestand eine deutliche Grenze, so dass der Autor zu dem Schluss kommt, dass „keine direkte organische Verbindung“ zwischen den zwei Teilen besteht. Er gibt hierfür noch als Beweis, dass in Präparaten mit geschrumpften Tastzellen die Tastscheibe in einiger Entfernung der Zellen lag und diese glatte Ränder zeigten. Scymonowicz sah nie — wie von Dogiel in der oben angeführten Publikation angegeben wird —, dass die ganze Tastscheibe von einem Ringe von Neurofibrillen umgeben wird.

Dieser letzte wiederholt später noch einmal mit Willainen [23] seine Untersuchung und kann dann die Resultate von Scymonowicz bestätigen. Ausserdem fand er, dass ein Zusammenhang zwischen Tastzelle und Scheibe existiere und schloss dieses nicht nur aus der Tatsache, dass in Isolationspräparaten zwei oder mehr Zellen immer verbunden gehalten wurden durch die nervöse Scheibe, sondern auch aus den nach der gewöhnlichen Methode hergestellten Präparaten, welche von dem Rande der Tastscheibe abgehende Neurofibrillen zeigten, die in das Protoplasma der Tastzelle sich eindrängten und „springbrunnenartig“ nach verschiedenen Seiten auseinander wichen, wodurch Dogiel denn auch den fibrillären Bau der Zelle und die eigenartige Teilung der Fibrillen erklärte. Er kommt also eigentlich, was diesen Punkt betrifft, wieder auf den alten Standpunkt von Merkel [46, 47, 48] zurück. Die Scheibe ist nach ihm — was auf Längsdurchschnitten des Körperchens deutlich zu sehen ist — nicht überall gleich dick: der mittelste Teil, welcher den Zwischenraum zwischen den konkaven Flächen von zwei Tastzellen einnimmt, ist dicker als der periphere, so dass die Tastscheibe die Gestalt hat einer bikonvexen Linse. Sie scheint mit einem Kittstoffe an der Tastzelle verbunden zu sein; bei Schrumpfung der Tastzellen reisst die Scheibe derart ab, dass noch ein Teil davon mit der Oberfläche der einen Tastzelle verbunden ist, indem der andere Teil der anderen Tastzelle anliegt und zwischen beiden Teilen dünne verbindende Querfibrillen zu sehen sind. Manchmal sah Dogiel Neurofibrillen, die aus dem Achsenzylinder entsprangen, in der Tastscheibe dem Rande parallel verlaufen; meistens breitete der eintretende Achsenzylinder sich fächerförmig aus in schwach divergierender Richtung, indem die daraus entstehenden Neurofibrillen in der peripheren Zone der Scheibe bis dicht an ihren Rand sich verflochten und einen dichten Plexus bildeten. Ausser diesem nervösen System beschrieb er zum ersten Male ein perizelluläres Netz von Neurofibrillen, welche gelegen waren zwischen Tastzellen und Kapsel und auf ihrem Verlauf Varikositäten zeigten. Diese Neurofibrillen entstammten aus mehr oder weniger dicken, marklosen Nervenfasern, welche die Kapsel des Körperchens auf verschiedenen Stellen durchbohrten. Dogiel identifiziert dieses Netz mit dem perizellulären Netze,

welches Sfameni [65] beschrieben hat in Präparaten mit Goldchlorid gefärbt, denkt jedoch, dass Sfameni nur Teile davon gesehen hat und schliesst dieses aus dessen Figuren.

In 1904 erscheint kurz nach der Publikation der Methode Cajals eine neue Reihe Untersuchungen von Dogiel mit dieser Methode angestellt: zwischen zwei Tastzellen eintretend breitet der Achsenzylinder sich fächerförmig aus; seine Neurofibrillen teilen sich unter scharfer Ecke in eine grosse Anzahl dünnere, welche wieder unter fächerförmiger Ausbreitung eine mehr oder weniger „kegelförmige Platte“ (!) bilden. Diese teilen sich nachher wieder, wodurch die Anzahl stark zunimmt, indem sie noch nahezu parallel laufen. In kleinerer oder grösserer Entfernung des Scheibenrandes fangen die Neurofibrillen an sich miteinander zu verbinden und bilden so ein dichtes Netz, dessen Maschen unregelmässig rund sind. Dogiel sah meistens die dünneren Neurofibrillen sich wieder zu dickeren vereinigen, welche sich vielfach wanden, nahezu parallel an den Rand der Scheibe liefen und erst nachher, von dünneren Anastomosen gegenseitig verbunden, das oben genannte Netz bildeten. Auf Grund von seinen Cajal-Präparaten widerruft er den früher [23] erwähnten Zusammenhang von Tastzellen und Scheiben, da es ihm nie gelang, die in die Zellen eintretenden Neurofibrillen zu färben. Hingegen konnte er bei sagittalen Coupes wieder deutlich wahrnehmen, dass die Tastscheibe dicht an der Tastzelle lag. Das obengenannte perizelluläre Netz, welches auch Sfameni gefunden hatte, färbte sich mühsam mit der Methode Cajal; es trat nur und dann noch weniger deutlich als in Methylenblaupräparaten bei Anwendung von starken Lösungen von Nitras argenti hervor.

Nach dieser letzten Publikation von Dogiel erscheinen in 1907 von E. Botezat [13a u. b] noch eine Reihe Untersuchungen mit der Methylenblaumethode und dem Cajalschen Imprägnationsverfahren; die Sperlingszunge gibt, mit der letzten Methode behandelt, schöne Resultate und zeigt uns die da vorhandenen Merkelschen Körperchen mit den Endnetzen der eintretenden Nervenfasern. Wiewohl diese im Bau von den eigentlichen Grandryaschen Körperchen etwas verschieden sind und, was die Doppelsäulenkörperchen anbelangt, mehr den Meissnerschen

Endorganen gleichen, meine ich, sie doch hier anführen zu müssen, deshalb, weil Botezat, wie er das übrigens auch für die anderen Endorgane behauptet, erwähnt, dass die Achsenfaser selbst auch aus einem Nervennetz besteht.

Als Material meiner Untersuchung benutzte ich die Wachshaut von *Anas domesticus*, gleich nach dem Tode in 12prozentiger Formaline fixiert. Von diesen Hautläppchen wurden kleine, ungefähr 2 mm grosse Stücke mit der Methode Bielschowsky behandelt; für die erste Silber-salzimprägation waren zwei Tage genügend. Von den in Paraffine eingebetteten Stücken wurden Sagittal- und Tangentialdurchschnitte gemacht und diese so viel wie möglich in anschliessender Serie gehalten, so dass später Rekonstruktion möglich war.

Die Präparate, welche wie früher erwähnt, weiter behandelt wurden, zeigten meistens eine violette Färbung des vegetativen Gewebes, während die Nerven wie schwarze Stränge hervortraten.

Auf jedem Schnitt sind immer viele Grandry'sche Körperchen zu sehen, mehr oder weniger günstig getroffen: auf Sagittalschnitten sieht man deutlich, dass die Körperchen aus zwei oder mehr übereinander gelegenen Zellen bestehen, welche umhüllt werden von einer Bindegewebskapsel. Die Zellen zeigen, was zumal auf Tangentialschnitten auffallend ist, einen Mittenteil, welcher heller gefärbt ist und einen peripheren Teil, welcher den zentralen gleichwie ein dunkler gefärbter Ring umgibt. Eine radiäre Streifung ist in verschiedenen Schnitten deutlich zu sehen. Auf die Struktur dieses peripheren Teiles kommen wir später zurück. Wie auf Sagittalcoups wahrzunehmen ist, liegen diese Ringe von zwei Tastzellen eng aufeinander, indem zwischen den Mittenstücken eine Lücke übrig bleibt, welche ebenso, wie die dort eingefasste nervöse Scheibe, die Gestalt einer bikonvexen Linse hat.

Was den nervösen Teil des Körperchens anbelangt, so sehen wir in Durchschnitten beider Art den markenthaltenden Achsenzylinder dorthin treten, die Kapsel durchdringen und auf dieser Stelle seine Markscheide verlieren. Er verläuft nun noch eine Strecke weit unter schwacher Verbreiterung zwischen den peripheren Teilen von zwei Tastzellen hindurch und breitet sich plötzlich in einiger Entfernung der Kapsel, gerade dort, wo er in die obengenannte Höhle kommt, pinselartig aus, durch

Auseinanderfallen seiner Neurofibrillen. Diese behalten eine Strecke ihre Hauptrichtung unter Abgabe von Anastomosen mit anderen Fasern, wodurch allmählich die dickeren Neurofibrillen ganz auseinander fallen in dünnere, welche ein feinmaschiges Netz bilden, das weiter die ganze Scheibe einnimmt.

Auf Tangentialschnitten ist die Form der Scheibe meistens rund, in einzelnen Fällen oval; bisweilen kann man dicke Neurofibrillen beobachten, welche parallel an dem Rand laufen und auf ihrem ganzen Verlauf Anastomosen abgeben; auch der Rand wird oft von einem Ring dickerer Neurofibrillen umgeben, welche auch wieder durch Seitenästchen mit anderen in Verbindung stehen. Die Maschen des Netzes sind unregelmässig vieleckig, bisweilen und besonders dort, wo eine Auseinanderweichung der Neurofibrillen stattfindet, langgestreckt; die Grösse und Form der Maschen wird nach aller Wahrscheinlichkeit verändert durch die Zerrung, welcher das Netz durch die Fixation unterworfen wird.

Dass ausdehnende Kräfte darauf Einfluss ausüben, spricht aus der Tatsache, dass öfters eine Zerreiſsung der Maschen an einer gewissen Stelle der Scheibe zu sehen ist, wie sich auch aus den anbei gegebenen Zeichnungen herausstellt. Vielfach tritt die Zerreiſsung an dem Rande der Scheibe am meisten hervor, weshalb dort denn auch oft die grössten Maschen vorzukommen scheinen. Die nervöse Scheibe ist, wie oben gesagt, nicht platt, sondern hat die Gestalt einer bikonvexen Linse.

Es ist deutlich auf Sagittalcoupees zu sehen, dass der Achsenzylinder oder Kommunikationsbündel einer Scheibe der zweiten Ordnung (worüber später) zuerst pinselförmig auseinanderfällt, wobei seine Neurofibrillen dicht den Tastzellen anliegen; die daraus entstehende Scheibe füllt den ganzen Zwischenzellenraum, so dass deutlich quere Verbindungsfasern zu sehen sind, welche senkrecht auf den Verlauf des eintretenden Achsenzylinders verlaufen; bisweilen sieht man sie an dem Rande der Tastzellen schleifenförmig umbeugen, dicht demselben anliegend. Öfters ist auch hier eine Zerreiſsung zu sehen, was für die Annahme spricht, dass die nervöse Scheibe mit einem Kittstoff an dem zentralen Teil der Tastzelle befestigt ist, da die Zer-

reissung derweisen stattfindet, dass an jeder der zwei Tastzellen ein Teil der Scheibe festsitzen bleibt, so dass es den Eindruck macht, als ob die Scheibe wie eine Harmonika auseinander gezogen würde.

In dem nervösen Tastnetze nun können sich allmählich einige dünnere Neurofibrillen wieder zu dickeren vereinigen und ein Bündel bilden, das von dem Rande der Scheibe abgehend, nach einem höher oder niedriger gelegenen Zwischenzellenraum hingeht, um dort wieder in eine nervöse Scheibe auseinander zu fallen. So weit ich habe beobachten können, hat das Bündel mehr eine Riemen- als eine Zylinderform, was übereinstimmt mit den Befindungen Kultschyskys [41]. Nie konnte ich eine netzartige Struktur weder der Hauptachsenfaser noch des Kommunikationsbündels nachweisen, wie Botezat dies für die Merckelschen Endorgane beschreibt. Bisweilen geht aus der mittelsten nervösen Scheibe, wenn das Körperchen aus vier Zellen besteht, ein Bündel Fibrillen nach unten und eines nach oben ab, um dort in dem Zwischenzellenraum wieder Scheiben zu bilden; es braucht jedoch nicht ein Zwischenzellenraum desselben Körperchens zu sein: ich sah wiederholt, dass das Kommunikationsbündel, aus einer Scheibe entstehend, die Kapsel des Körperchens durchbohrte und nach einem anderen angrenzenden Körperchen verlief, um ebenso dort die Kapsel zu durchbohren und in einem Zwischenzellenraum wieder eine Scheibe zu bilden. Nie sah ich, soweit mir dies mit Rekonstruktion der Serienschnitte möglich war, ein Bündel Neurofibrillen aus einer Scheibe austreten und nach einem weit entfernten Körperchen hingehen. Diese findet wahrscheinlich in der Entwicklungsgeschichte dieser Organe, wie Scymonowicz [l. c.] sie beschreibt, seine Erklärung: um ein Konglomerat von Tastzellen und die dazwischen gelegene Nervenscheibe in der Wachshaut eines Entenembryos von dem 25. bis zu dem 28. Tage bildet sich eine Bindegewebekapsel; ist die Anzahl der Tastzellen gross, z. B. 5—6, so dringt die Kapsel zwischen ein paar Tastzellen hinein und bildet so zwei absonderliche Körperchen, welche ursprünglich eins waren. Es fällt also ein Zwischenzellenraum weg; was nun aus der Nervenscheibe wird, welche daselbst anwesend war, ist leicht zu ahnen: entweder es besteht dort in dem Zwischenzellenraum ursprünglich keine nervöse

Scheibe, wie auch Scymonowicz angibt, dass ein Zwischenzellenraum oft bei einer grossen Anzahl vorhandener Tastzellen nicht ausgefüllt wird mit einer nervösen Scheibe, oder es ist damit in Übereinstimmung zu bringen, dass man das Kommunikationsbündel als eine verengte Scheibe auffasst und eine Formveränderung der Scheibe in dem aufgehobenen Zwischenzellenraum annimmt, weil die Scheibe sich streckt und bandförmig wird.

Von dem perizellulären Netze, das Sfamini und Dogiel beschreiben, sah ich Andeutungen, welche daraus bestanden, dass zwischen Kapsel und Zellen Neurofibrillen wie schwarze, dünne Fädchen verliefen. Wiederholt sieht man auch eine Neurofibrille nach dem Körperchen treten und die Kapsel durchbohren. Von einem deutlichen Netze ringsum die Zellen war in meinen Präparaten nichts zu finden.

Vergleichen wir nun meine Resultate mit denen anderer, so stellt sich hieraus hervor, dass verschiedene Fragen auftreten, welche für die Untersuchung von Interesse sind:

1. Besteht ein Zusammenhang zwischen nervöser Scheibe und Tastzelle?
2. Welcher Teil der Scheibe wird vom Netze eingenommen und ist dies wirklich ein Netzwerk?

ad 1. Dogiel und Willainen waren die ersten, welche, wie sich aus ihren Zeichnungen und ihrer Beschreibung herausstellt, einen Zusammenhang gesehen haben zwischen Tastzelle und Tastscheibe. Dieser Zusammenhang bestand daraus, dass vom Rande der Tastscheibe radiär verlaufende Neurofibrillen in die Tastzelle eintraten, und mit der fibrillären Streifung der Tastzelle verschmolzen. Vergleicht man nun ihre Zeichnung mit denjenigen von Geberg und Scymonowicz, so kann man deutlich bei Geberg ebenso, obgleich nicht schön, Neurofibrillen sehen, welche vom Rande der Tastscheibe radiär abgehen; er kommentiert dieses wie folgt: Es liegt (in der Tastscheibe sc.) ein System sich verzweigender Fasern vor, welche letzteren die Endscheibe nach verschiedenen Richtungen durchziehen, um schliesslich in die Zacken des Scheibenrandes frei auszulaufen. (Dogiel hatte dies übrigens schon 1891 gefunden.) Geberg fand diese Zacken am Rande der Tastscheibe, nicht nur in Präparaten mit der Methylenblaumethode gefärbt, sondern auch in

solchen nach der Golgischen Methode behandelt, so dass er daraus schliesst, dass die Zacken wirklich mit der nervösen Scheibe untrennbar verbunden sind. Diese letzten Präparate geben nun ein Bild von egal-schwarzer Färbung der nervösen Scheibe, indem augenscheinlich auch die interfibrilläre Substanz gefärbt wird. Hieraus folgt, dass es noch nicht einwandfrei ist, ob in diesen Präparaten die Zacken wirklich zum nervösen System gehören.

Scymonowicz [l. c.] gibt eine Abbildung von einem gezackten Rande der nervösen Scheibe und ist der Meinung, dass diese Unebenheiten und dornartigen Fortsätze wahrscheinlich aus den hier auslaufenden Nervenfasern oder vielleicht auch wohl infolge einer Schrumpfung des sich hier anheftenden Scheibenringes entstanden sind.

In der Publikation von Dogiel und Willainen sind Zeichnungen eingefügt, welche am deutlichsten die Ausstrahlung der Zacken vom Rande der Scheibe zeigen; durch diesen Befund kommen sie zu dem Schluss, „dass die Tastscheiben nicht als Endapparate angesehen werden können. Von jeder Scheibe sondert sich eine Menge Neurofibrillen ab, die in das Protoplasma der Tastzellen eindringen und in demselben springbrunnenartig nach verschiedenen Seiten auseinander weichen, wovon zum Teil auch der fibrilläre Bau der Zellen und die eigentümliche Verteilung der Fibrillen in ihnen abhängt.“ An Sagittalschnitten sahen sie, dass die Tastscheibe immer in inniger Verbindung blieb mit der Tastzelle und dass bei Schrumpfung öfters ein Teil der Scheibe an der einen Zelle hängen blieb, indem der andere Teil, an der anderen Zelle anliegend, noch mit einigen feinen Fädchen mit der ersteren in Verbindung stand.

In der letzten Publikation von Dogiel wird nun jedoch der Zusammenhang der Zelle und Scheibe widerrufen und zwar auf Grund davon, dass bei der Cajalschen Methode nur im Protoplasma einiger Zellen eine faserartige Struktur zu sehen war, welche wahrscheinlich in keinem Zusammenhang stand mit der nervösen Scheibe.

Vergleicht man nun die Abbildungen von Geberg, diejenigen von Scymonowicz und diejenigen von Dogiel und Willainen, so besteht kein Zweifel, dass wirklich etwas von dieser Zackenbildung am Rande der Scheibe vorhanden ist. Sind die Zeichnungen von Geberg richtig, so

können wir die dort anwesenden dornartigen Fortsätze identifizieren mit den von Dogiel und Willainen abgebildeten.

Wenn man mehrere meiner Bielschowskyschen Präparate untersucht und auf die Struktur des peripheren Teils der Tastzelle im Zusammenhang mit derjenigen der Tastscheibe achtet, so ist in einigen Tastzellen ohne Widerspruch eine Andeutung von Zusammenhang zu bemerken; obgleich die Tastscheibe einen deutlich hervortretenden Randring zeigt, gehen hier, wie es scheint, Ästchen ab, welche im Protoplasma der Zellen wieder Netze bilden. Jedoch wage ich es nicht, aus meinen Präparaten einen endgültigen Schluss zu ziehen: vielleicht würde eine kleine Modifikation der Methode hier noch etwas ans Licht bringen können. Jedoch sogar hiermit müssen wir, wie mir scheint, vorsichtig sein: Silberimprägnation ist sogar bei der vollkommensten Methode, welche wir besitzen, nicht absolut elektiv: es ist möglich, dass ein Fasersystem, welches wir zu den Kittstoffen rechnen könnten und das sich an die nervöse Scheibe befestigt, mit imprägniert würde. Eine Tatsache ist es, dass die Farbe des interzellularen Netzes in diesen Präparaten nicht so stark ist wie bei dem interzellularen Gewebssystem, das der Färbung nach zweifelsohne als nervös anzusehen ist. Auch in Sagittalschnitten konnte ich deutlich sehen, wie Dogiel und Willainen mit der Methylenblaumethode und Dogiel allein auch in Cajal-Präparaten beobachteten, dass die nervöse Scheibe bei Schrumpfung der Zellen in zwei Teilen an den Zellen festsitzen blieb und diese zwei Teile verbunden wurden durch einige Querfädchen. Nie sah ich jedoch eine der Neurofibrillen übergehen in die Zelle; die Ränder der Zelle selbst werden gebildet von einer scharfen Linie, welcher die Neurofibrillen der Scheibe dicht und schleifenförmig anliegen.

Es ist handgreiflich, um, wenn wir von Schrumpfung sprechen, diese zuzuschreiben an ungenügende Fixation und schnelle Dehydration. Besonders das letztere ist bei der Methode Bielschowskys in der Modifikation, die ich anwendete, ein notwendiges Übel. Durch die Schrumpfung nun wird auch der interzelluläre Raum grösser und Zerreißung hervorgerufen werden.

Scymonowicz hat dies untersucht und die Wachshaut in den besten Fixationsflüssigkeiten fixiert. Vergleicht man nun seine Zeich-

nungen mit meinen Präparaten, so stellt sich heraus, dass die Schrumpfung doch nicht so prägnant ist wie man wohl denken würde.

ad 2. Was die Stelle des Netzes anbelangt, so ist aus den Zeichnungen von Scymonowicz zu ersehen, dass dasselbe nur eine schmale Zone des dem Achsenzylinder gegenübergestellten Randes der Tastscheibe einnimmt.

Vergleicht man dann die Figur von Dogiel und Willainen hiermit, so sieht man, dass dieses Netz einen viel grösseren Platz in Anspruch nimmt, als es bei Scymonowicz der Fall war. Stellt man nun noch die Dogielschen Abbildungen nach seinen Cajal-Präparaten daneben, so beobachtet man dann, dass er sehr dazu neigt, das Netz so viel wie möglich in die Peripherie der Scheibe zu verlegen. Von seinen sieben Figuren zeigt nur Fig. 4 einen breiteren Randstreifen, welcher vom Netze eingenommen wird. Vergleichen wir nun hiermit zuletzt meine Präparate und Zeichnungen, dann sehen wir, dass das Netz sich nicht nur über den Randteil der Scheibe ausbreitet, sondern auch das Zentrum und die an den Achsenzylinder grenzenden Teile einnimmt.

Die Frage tritt nun hervor, wie dieser Unterschied in Befindungen zu erklären ist: Man kann in Fig. 1 sehen, dass einige Maschen des Netzes zerrissen sind, dass also eine Ausdehnung stattgefunden hat. Nun ist auch wohl wahrscheinlich, dass gerade die Ausdehnung, wie perniziös sie übrigens auch sein mag, die Maschen des Netzes verdetlicht hat, indem dieselben auseinander gezogen sind und daher die Verklebung zugekommen ist. In einigen Teilen der Tastscheibe sieht man in Fig. 1 kleinere Maschen die grösseren Maschen ausfüllen: wahrscheinlich haben nun die feineren Maschen nicht in allen Teilen des Präparates der Ausdehnung Widerstand leisten können und so ist eine Zerreiſung erfolgt. Es könnte nun sein, dass in den Cajal-Präparaten Dogiels Verklebung aufgetreten ist, was gerade bei dieser Methode nach Kolmer [37] ziemlich viel vorkommt.

Zum Schluss bleibt nun noch die Beantwortung der Frage, ob wirklich ein Netz anwesend ist, oder ob dieses Bild seine Ursache findet in einer Überkreuzung und Verklebung.

Für das Netzwerk spricht erstens die Zerreiſung, welche das gleiche Bild gibt wie die Zerreiſung eines makroskopischen Netzes.

Dass jedoch bei der Ausdehnung eine Verklebung in sagittaler Richtung, also senkrecht auf die Tastscheibe, untereinander gelegener Fibrillen entstehen kann, ist auch wohl möglich. Das einzige, was hiergegen sprechen würde, ist die Verdickung in den Knotenpunkten, wo die Fibrillen zusammenkommen, welche öfters deutlich anwesend ist.

Wenn man in dem mehr zentralen Teile des Schnittes achtet auf das afferente extrakorpuläre Nervenbündel, so sieht man deutlich, dass dieses besteht aus einer Anzahl nahezu parallel laufender markhaltiger Achsenzylinder, die zahlreiche parallele Neurofibrillen enthalten, welche hier und da wie eine Spindel auseinander weichen. Querfasern, welche die parallelen Fibrillen verbinden, habe ich nie bemerken können.

Ausser den Grandry'schen Körperchen kommen noch in der Wachs-  
haut des Entenschnabels vor die sogenannten

#### Körperchen von Herbst.

Diese Endorgane, von Herbst in 1848 (Göttinger Nachrichten) entdeckt, sind nachher von vielen untersucht, u. a. von Merkel und Retzius. Später hat Dogiel [17, 25] mehrere Male verschiedene Färbemethoden angewendet: zum ersten Male in 1891 mit seiner Modifikation der Ehrlich'schen Methode. Er fand u. m., dass die Endanschwellung des zentralen Achsenzylinders aus einem Bündel feiner, kurzer, bisweilen gewundener Fasern bestand, welche durch einen körnigen, interfibrillären Stoff verbunden wurden.

Zwischen dieser und einer in 1899 von ihm erschienenen Untersuchung mit der Methylenblaufixierung nach Bethe erscheint noch in 1897 eine Publikation von Scymonowicz [64] über die Endorgane des Entenschnabels, worin auch die Herbst'schen Körperchen behandelt werden: an der Peripherie des protoplasmatischen Innenmantels, welcher den zentralen Achsenzylinder umgibt, ist an jedem Rand in einer Fläche nahezu parallel an der Oberfläche der Haut eine Reihe Zellen vorhanden: am Ende des Innenmantels ist die Anzahl der Zellen grösser als im Anfang, d. h. dort, wo der Achsenzylinder eintritt. In den Zellen liegen Kerne, welche bei der gebrauchten Färbung oft so sehr hervortreten, dass ihr Protoplasma nicht zu sehen ist. Jedoch in

Präparaten mit der Haidenhainschen Methode gefärbt kann man deutlich sehen, dass die Kerne von einer dünnen Schicht Protoplasma umgeben werden. Ausserdem ist ihr Rand an der Seite des Innenmantels stärker gefärbt.

Bisweilen beobachtete Scymonowicz an Methylenblau-Präparaten, dass von dem Achsenzylinder aus gefärbte Streifen nach dem oben beschriebenen stark gefärbten Rande der Zelle oder des Kernes verliefen. Er meint weiter, dass die zwei Reihen Zellen dieselbe Rolle spielen wie die Zellen in den Merckelschen Endigungen, also Tastzellen sein würden.

In 1899 erscheint die schon genannte Untersuchung Dogiels [17]: er kann in Methylenblaupräparaten feststellen, dass der Achsenzylinder aus einer grossen Anzahl feiner Fibrillen besteht, welche so nahe aneinander liegen, dass kaum Raum dazwischen übrig bleibt; ausserdem wird der Achsenzylinder noch umgeben von einer peripheren Schicht, welche in seinen Präparaten homogen erscheint und der „Plasmascheide“ Scymonowicz' identisch ist. Der perifibrilläre Mantel umgibt auch die Endanschwellung des Achsenzylinders mit einem dünnen Streifen. Von der interfibrillären Substanz gehen unter scharfer Ecke eine Menge kurzer Seitenstränge aus, wodurch der Achsenzylindermantel wie von Dornen besetzt erscheint. Dogiel konnte weiter noch beobachten, dass vom fibrillären Teil des Achsenzylinders noch feine Fasern abgingen, welche in den Seitensträngen des interfibrillären Stoffes gelegen waren und mit diesen zwischen die „Tastzellen“ von Scymonowicz eindringen. Er meint nun, dass die Seitenästchen, ebenso wie er dieses für die Grandry'schen Körperchen mit Willainen [23] beobachtet hatte, in unmittelbarem Zusammenhang stehen mit den Tastzellen, welche, in Übereinstimmung mit den früheren Untersuchungen von Merkel, als echte sensible, peripherische Nervenzellen betrachtet werden müssten.

Ausser diesem nervösen System besteht laut ihm noch ein zweites, welches im Innenmantel der Körperchen gelegen ist und alle Tastzellen umflicht. Auch Timofeew [73] hat etwas dergleiches gezeichnet.

In 1904 erscheint ebenfalls von Dogiel [25] eine Untersuchung dieser Endorgane mit der Methode Cajal: der zentrale Achsenzylinder zeigt eine schöne fibrilläre Struktur. In der Anschwellung ist deutlich zu sehen, dass die Neurofibrillen sich öfters teilen, sich miteinander verbinden und ein vollkommen geschlossenes Netzwerk bilden.

Dieses Netzwerk entsteht aus der Anschwellung, welche in Osmiumsäure und Goldchloridpräparaten als letztes Ende zu sehen ist; einige Neurofibrillen spleissen sich in der Länge des Achsenzylinders von diesem ab, dringen in die Zwischenräume der dem Achsenzylinder entlang gelegenen Zellen ein und scheinen dort in Netzen zu enden. Dogiel nimmt jedoch dabei wahr, dass diese Ästchen sich mit der Methode Cajal viel schwerer färben, wodurch sie nur in einigen Präparaten zu sehen sind. Von alledem ist jedoch in der beigegebenen Figur nichts zu beobachten.

Als letzte einschlägige Untersuchung erscheint in 1907 eine Publikation von E. Botezat über die Nervenendigungen in der Sperlingszunge. Er beschreibt daselbst den eintretenden Achsenzylinder der Vater-Pacinischen Körperchen — wie er die da vorkommenden Endorgane nennt — und dessen Abkömmlinge als ein Fibrillennetz und schliesst dieses aus Präparaten nach der Methylenblau- und der Cajal'schen Methode. Man sieht deutlich, dass die zentrale Achsenfaser einen gezackten Rand hat, welche Zacken Fortsetzungen des Fibrillennetzes vorstellen, die sich in der Form von dünnen Nervenfibrillenbündeln zwischen die Kolbenzellen begeben und daselbst ein scheibenförmig verbreitertes Fibrillennetz bilden. Er erwähnt weiter, dass Dogiel in seiner letzten Arbeit die Kolbenzellen und deren Masse in den Vater-Pacinischen Körperchen der Säugetiere nicht gezeichnet hat. Auch die zweite Sorte Nervenfasern, worauf Dogiel zuerst die Aufmerksamkeit lenkte, fanden sich in den Präparaten Botezats vor.

Ebenso wie für die Grandry'schen Körperchen gebrauchte ich für die Untersuchung dieser Endorgane die Wachshaut von *Anas domesticus*. Wiewohl die Imprägnation der Grandry'schen Körperchen sofort gelang, war es jedoch erst nach geraumer Zeit und nicht als nach wiederholten Modifikationen der Methode möglich, die wahre Nervenendigung dieser Herbst'schen Körperchen deutlich zu machen: trat doch

fast immer Hyperimprägation auf und war es nicht möglich, in der Endanschwellung des Achsenzylinders eine Struktur zu entdecken.

Was den allgemeinen Bau des Körperchens anbelangt, so wird es, ebenso wie die Pacinischen Körperchen, umgeben von einer Reihe ovaler, konzentrischer Kapseln, welche besonders dort, wo sie sich dem Innenmantel nähern, enger aufeinander liegen. Dieser Letzte liegt inmitten des ovalen Körperchens, im grössten Diameter, und enthält den Achsenzylinder, welcher in das Körperchen eindringt, indem er noch eine Strecke weit seine Mark- und Schwannsche Scheide behält, während die Henlesche Scheide allmählich übergeht in die Kapsel. Dort, wo der Achsenzylinder den Innenmantel erreicht, verliert er seine Markscheide, indem die Schwannsche Scheide nach den in zwei Reihen den Innenmantel entlang geordneten Zellen hinstrebt und diese teilweise umgibt. Im Innenmantel wird der Achsenzylinder, wie Scymonowicz das zum ersten Male sah, umgeben von einer „Plasmascheide“ (Scymonowicz) oder einem „perifibrillären Mantel“ (Dogiel).

Dieser wird dort breiter, wo der Achsenzylinder in eine Anschwellung endet, und umgibt diese Anschwellung birnenförmig.

Was nun die von mir erlangten Bilder anbelangt, so ist in den mit der modifizierten Methode Bielschowskys erhaltenen Präparaten der Innenmantel schwächlich blau gefärbt, ohne dass in demselben eine nennenswerte Struktur anwesend ist. Die sogenannten Tastzellen, welche den Innenmantel begrenzen, zeigen hauptsächlich nur einen Kern mit deutlichem Nucleolus, während hier und da eine Protoplasmaschicht kaum zu unterscheiden ist. Der Achsenzylinder selbst hat eine deutliche fibrilläre Struktur, welche am Ende mehr in den Vordergrund tritt. Was jedoch das Fibrillennetz anbelangt, so konnte ich weder hier noch in den Vater-Pacinischen Körperchen eine Netzstruktur des zentralen Achsenzylinders beobachten, habe jedoch nicht die Absicht, hiermit den schönen Resultaten Botezats [13] Abbruch zu tun. Der perifibrilläre Mantel ist streckenweise wie ein dünner heller Streifen ohne Struktur zu sehen, und geht am Ende über in eine birnenförmige Verbreiterung, worin deutlich ein schwächlich gefärbtes, durch grobe Maschen gebildetes Netzwerk vorhanden ist. Dieses Netzwerk scheint in keinerlei Zusammenhang zu stehen mit dem nervösen Teil des Körper-

chens und bildet eine ziemlich grosse ringförmige Zone ringsum der Anschwellung des Achsenzylinders. In dieser ist sehr deutlich zu sehen, dass die eingehenden Fibrillen sich schleifenförmig umbeugen, um nachher wieder in den Achsenzylinder einzudringen. Die Schleifen strahlen nach allen freien Seiten aus, so dass das Ganze birnenförmig genannt werden kann. Bisweilen — und dies ist in manchen Körperchen deutlich zu sehen, wenn dieselben weniger günstig getroffen sind — ist die eine Hälfte solch einer Schleife abgeschnitten, wodurch eine Neurofibrille abrupt zu enden und oft, dem Anschein nach, in das Netzwerk der perifibrillären Endkuppel überzugehen scheint.

Was die Struktur des perifibrillären Mantels und der Kuppel betrifft, hat Dogiel mit der Methylenblaumethode Resultate bekommen, welche daraufhin zeigen, dass von dem Achsenzylinder aus Fasern abgehen, die den perifibrillären Mantel durchbohren, durch den Innenmantel des Körperchens verlaufen und an den Tastzellen enden. Auch Seymonowicz deutet in seinen Figuren hierauf.

Dogiel gibt ausserdem an: öfters findet man Körperchen, in denen einige der beschriebenen Fädchen nur zum Teil gefärbt sind und die interfibrilläre Substanz nicht überschreiten. Auch Retzius hat in Osmiumsäurepräparaten der Vater-Pacinischen Körperchen etwas dergleichen gefunden.

Ich meine jetzt mit der Methode Bielschowsky Andeutungen der Struktur bekommen zu haben, welche darin bestehen, dass in dem perifibrillären Mantel streckenweise Streifen zu sehen sind, welche senkrecht auf den Achsenzylinder verlaufen und sich meistens an der Grenze von perifibrillärem Stoff und Innenmantel in zwei Linien teilen, die nach zwei verschiedenen Seiten, indem sie sich beiderseits umbiegen, übergehen in die Grenzlinie des perifibrillären Stoffes. Eigenartig ist es, dass diese Struktur nur hervortritt bei Hyperimprägation des Achsenzylinders, wobei der Innenmantel ein etwas körniges Vorkommen hat, und auch die longitudinale, fibrilläre Struktur deutlich sichtbar ist. Die Körner treten besonders dort auf, wo die Zellen dem Innenmantel anliegen.

In der birnenförmigen Kuppel, in welche der perifibrilläre Mantel, so wie auch in den Zeichnungen von Dogiel zu sehen ist, übergeht,

ist nicht nur in den überimprägnierten, sondern auch in den normal imprägnierten Präparaten eine deutliche Netzbildung zu sehen; das Netzwerk ist ziemlich dick und die Linien nicht scharf konturiert; in Präparaten mit normaler Imprägnation ist ein Übergang des nervösen Teils in das Netzwerk der Kuppel zu sehen. Betrachtet man jedoch die Körperchen, welche stärker imprägniert sind, so ist das Netzwerk der Kuppel dunkler gefärbt und zeigt der Achsenzylinder dornartige Fortsätze, welche scheinbar in das Netz übergehen. Auch dies meint Dogiel gesehen zu haben. Vergleichen wir nun diese Resultate mit denen von Dogiel (1899 und 1903), so decken diese einander nur zum Teil:

Kommt die Endanschwellung des Achsenzylinders, die umgebende Kuppel von perifibrillärem Stoffe, die Querfäserchen im perifibrillären Mantel überein mit den Resultaten von 1899, der Befund von 1903 zeigt daraufhin, dass Dogiel die Endigung des Achsenzylinders sucht in der Kuppel selbst und also das darin anwesende Netzwerk als nervös betrachtet hat: ist doch in seinen Cajal-Präparaten, wie sich aus der Zeichnung herausstellt, keine Kuppel mehr vorhanden und umgibt der Innenmantel des Körperchens, ebenso wie er dieses bei der perifibrillären Kuppel in anderen Präparaten tut, die Endigung des Achsenzylinders mit einer dünnen Schicht. Es ergibt sich nun die Frage: Kann das Netzwerk in der Kuppel und die Querstreifung in dem perifibrillären Mantel nervös sein?

Dagegen sprechen verschiedene Tatsachen: Streifen und Netzwerk, sind beide immer schwächer gefärbt in den mit der Methode Bielschowsky behandelten Präparaten als der nervöse Teil des Körperchens und ausserdem ist es nicht wahrscheinlich, dass der Achsenzylinder perpendikulär auf sich selbst unter direkter Knickung Seitenäste abgeben würde. Drittens ist das Netzwerk in der Kuppel so aufgebaut, dass die konstituierenden Fädchen erstens zu dick sind für Neurofibrillen, dann eine zu undeutliche Kontur haben, um dafür durchzugehen. Ich gebe zu, dass all diese Argumente anfechtbar sind, besonders wenn man mir die bisweilen unsicheren Resultate der Silberimprägnation vorwirft, jedoch können sie andererseits wohl mit gutem Recht verteidigt werden. Was, nach meiner Meinung, jedoch noch ein Hauptmoment ist, um

die Endigung in die obengenannten Schleifen anzunehmen, ist, dass diese in normal imprägnierten Präparaten eine vollkommen straffgezogene Linie vorstellten, an der ich nie dornartige Fortsätze bemerken konnte.

Das zweite von Dogiel mit der Methylenblaumethode erhaltene System von Nervenfasern konnte ich nie zutage bringen: wohl sah ich manchmal eine dünne Neurofibrille mit dem dicken Achsenzylinder verlaufen, aber konnte sie nie weiter verfolgen.

Zum Schluss sei noch erwähnt, dass besonders in den überimprägnierten Präparaten die Bindegewebszellen der Kapsel hier und da imprägniert waren. Ich habe auch in Figur 3 eine solche abgebildet, welche ausserhalb des Innenmantels auf demselben gelegen ist. Wie in den Dogielschen Zeichnungen, ist auch in meinem Präparat ein Ausläufer einer dergleichen Zelle zu sehen. Ebendasselbst war noch eine über der Kuppel gelegen, welche jedoch der grossen Komplikation wegen nicht abgebildet wurde.

#### Vater-Pacinische Körperchen.

Wie bekannt ist, findet man in der Subcutis der Säugetiere, besonders dort, wo diese als Tastorgan dient, sogenannte Vater-Pacinische Nervenendorgane, in denen die Nervenendigung von mehreren Kapseln umgeben wird.

Das Organ ist 1—2 mm lang, hat meistens eine ovale Form und umfasst mit seinen Kapseln einen Innenmantel von eiweissreichem Stoff, der wieder den zentralen Achsenzylinder umgibt und an seine Peripherie eine Reihe longitudinal gerichtete, ovale Kerne einschliesst. Es können ein oder mehrere Achsenzylinder in das Körperchen eintreten, welche nach Untersuchungen von Timofeew [70], Sala [59], Sokoloff [58] und Dogiel, der dieses auch schon für die Herbstschen Körperchen beschrieben hatte [17], umgeben werden von einem Netze besonderer Nervenfasern, das nahe unter der Peripherie des Innenmantels liegt. Sala (1901) kommt jedoch später hierauf noch einmal zurück, beschreibt in den Herbstschen Körperchen ein Netz von elastischen Fasern, das den Innenmantel umgibt, und legt den Nachdruck darauf, dass diese öfters mit Neurofibrillen verwechselt werden können. Auch

ich habe öfters Präparate gesehen, welche nach der Methode Apathy (Haematein IA) zur Färbung von Neurofibrillen bearbeitet, deutliche elektive Färbung elastischer Fasern zeigten, weshalb ich noch mehr den Zweifel hege, ob das gefärbte Netz wohl nervöser Art sei, und dieses destomehr, weil sich weder mit der Methode von Cajal noch der von Bielschowsky eine elektive Färbung zeigte. Inwiefern diese Auffassung ihre Richtigkeit hat, ist natürlich schwerlich endgültig zu bestimmen, besonders weil Dogiel sich mit der Erklärung rettet, dass mit der Methode Cajal nicht eine gänzliche Färbung des ganzen nervösen Systems stattfände [25]. Die obengenannten besonderen Nervenfasern treten mit dem Achsenzylinder, doch davon geschieden, in den Innenmantel ein und zeigen auf ihrem Verlauf Varikositäten.

Der zentrale Achsenzylinder kann sich am Endpol des Körperchens, wie Ranvier [53] schon beschreibt und abbildet, in verschiedene Äste teilen, welche alle wieder in ein Knöpfchen enden und mit Varikositäten besetzt sind. Die Äste des Achsenzylinders werden jeder für sich, oder mehrere zusammen, von den Ausbuchtungen des Innenmantels umgeben. Die perineuralen Scheiden des Achsenzylinders gehen nach Key und Retzius [35] in den Aussenmantel über, indem die Fibrillenscheide und die nach Schwann genannte die Elemente liefern zu dem Aufbau des Innenmantels. In den basalen Pol des Körperchens tritt meistens auch eine kleine Arterie ein, welche sich in interkapsuläre Kapillären teilt, ebenso wie dasselbe sich auch herausstellte aus den Untersuchungen von Kowrygin, unter Leitung von Dogiel ausgeführt. In den Endknöpfchen des Achsenzylinders beschrieb Dogiel als erster deutliche Netze von Neurofibrillen, erhalten mit der Methode Cajal, welche Endnetze oder als eingegliederte Teile des nervösen Systems auftraten; ausserdem zeigte der Achsenzylinder auch spindelförmige Anschwellungen, worin die Neurofibrillen weiter auseinander wichen. Auf dem Platz der Verzweigung des Achsenzylinders sah er deutlich, dass die Neurofibrillen sich teilten. Kürzlich ist noch eine Publikation erschienen von Kolmer [37], der Meldung macht und eine Abbildung gibt von einem Vater-Pacinischen Körperchen beim Kaninchen, in welchem ein Nervenende mit Schleifenbildung ohne deutliches Netz zu sehen ist; Kolmer beobachtete ausserdem noch in dem zentralen

Achsenzylinder Queranastomosen von Neurofibrillen. Ausserdem erschien noch im April 1907 eine Arbeit Botezats, die bei den Herbstschen Körperchen schon näher erwähnt wurde.

Als Objekt für meine Untersuchung benutzte ich hauptsächlich die Vater-Pacinischen Körperchen des Mesenteriums der Katze, nach der Methode Bielschowsky behandelt.

Die Resultate der Untersuchung sind grösstenteils dieselben als diejenigen Dogiels: bei allen untersuchten Endorganen konnte ich die Netze als letzte Endigung oder als eingereihte Teile des nervösen Systems zutage bringen. Auf seinem Verlauf durch den Aussenmantel, also vom Platz des Eintretens bis dort, wo der Innenmantel beginnt, ist der Achsenzylinder stark geschlängelt, wodurch auf einem Schnitt öfters zwei Querdurchschnitte desselben zu sehen sind, und zeigt verschiedene spindelförmige Anschwellungen, in welchen die Fibrillen auseinander weichen und meistens parallel an den Umriss der Spindel laufen; bisweilen sind hier und dort in diesen Anschwellungen Queranastomosen zu sehen: ob dies ein Verklebungsprozess ist, konnte ich nicht ausfindig machen. Diese Windungen des Achsenzylinders sind nach meiner Meinung Kunstprodukte: bei diesen kapsulären Organen liegt zwischen den Kapseln ein flüssiger Stoff, welcher augenscheinlich durch die Behandlung ausgezogen wird. Dadurch entsteht Schrumpfung der Kapseln, welche dann ein wellenförmiges Äusseres zeigen. Es ist also wohl voranzusetzen, dass der Achsenzylinder deshalb über einen kleineren Raum verfügt und sich daher schon schlängeln muss. Das frische Präparat zeigt einen gerade verlaufenden Achsenzylinder, was für meine Auffassung spricht. Derjenige Teil des Achsenzylinders, welcher von dem Innenmantel umschlossen wird, läuft nahezu gerade, was dadurch zu erklären ist, dass der Innenmantel, aus einem eiweissähnlichen Stoff bestehend, nur wenig durch die Fixation deformiert wird und der Achsenzylinder sich nicht in seinem Verlauf einzuschränken braucht. Es stellt sich heraus, dass dieser hier aufgebaut ist aus mehr oder weniger parallel laufenden, dicken Neurofibrillen, welche sich in den Verzweigungen in eine grosse Anzahl dünnere teilen, so dass, wenn man das Nervenbündel einer Endverzweigung vergleicht mit dem zentralen Achsenzylinder, sich herausstellt, dass der letztere viel weniger

und dickere Neurofibrillen enthält als der erste und das schon der Fall ist, sogar wenn eine Endverzweigung abgegeben ist. Jedoch behalte ich mir hier vor, darauf hinzuweisen, dass die dickeren Neurofibrillen im zentralen Achsenzylinder wohl durch Verklebung von dünneren entstanden sein können. Die Endverzweigungen nun gehen über in ein Netz, das als Ende oder als eingegliedertes Teil des nervösen Systems auftritt. Das Netz hat meistens polygonale, bisweilen ovale Form und besteht aus einem äusserst feinmaschigen Netzwerk von Neurofibrillen, so fein, dass es mit dem Zeichenprisma kaum darzustellen ist. Die Maschen sind im allgemeinen vieleckig, bisweilen rund, und zeigen nach der Peripherie des Netzes zu eine mehr langgestreckte Form. Ist das Netz ein eingegliedertes Teil des nervösen Systems, dann geht aus einer der Ecken des Vieleckes ein Bündel mehr oder weniger paralleler Neurofibrillen ab, welche wieder durch Queranastomosen miteinander in Verbindung treten und nach kürzerem oder längerem Verlauf wieder in ein Endnetz übergehen. Dass einige Neurofibrillen das Netz in ihrer ganzen Länge umgeben, wie Dogiel für die Tastscheiben in den Grandry'schen Körperchen aufgibt und ich dort auch beschrieb, habe ich nicht bemerken können.

Achsenzylinder und Endverzweigung werden beide von einer dunkel gefärbten perifibrillären Substanz umgeben.

Von dem oben besprochenen periaxialen Netz von Nervenfasern habe ich in meinen Präparaten nichts bemerken können; Blutgefässe sah ich mehrere Male eintreten, bisweilen waren die spindelförmigen Endothelzellen sehr deutlich zu unterscheiden.

Was nun noch die Kolbenzellen Botezats betrifft, die Dogiel nach ihm unberücksichtigt gelassen hat, so konnte ich dieselben nicht zu Gesicht bekommen. Vielleicht gibt jedoch Zeichnung 6 eine Andeutung davon, die eine Nervenendigung eines Vater-Pacinischen Körperchens vorstellt; die eine Endanschwellung hat das Eigentümliche, dass nur an der Peripherie des apfelförmigen Körpers ein Netz zu sehen ist, während der Inhalt aus einer körnigen Substanz besteht. Ob dies als Hypimprägation zu deuten ist oder eine wirkliche Kolbenzelle, von einem nervösen Netze umgeben, vorstellt, vermag ich nicht endgültig auszusprechen. Meines Wissens ist in den Vaterschen Körper-

chen der Säugetiere weder von Dogiel, noch von früheren Autoren jemals ein Kolbenzellensystem beobachtet, und Botezat bringt auch keinen sicheren Beweis dafür.

*Papillare Endorgane in der Säugetierhaut.*

Im allgemeinen werden in den Papillen der Säugetierhaut sogenannte Nervenendigungen mit oder ohne umhüllende Kapsel gefunden (vergl. Ruffini [58]): ohne Unterschied werden alle Papillen versehen von einer oder mehr Nervenfasern, welche entweder frei und ungeordnet oder geordnet zu einem sogenannten Nervenendorgane in dem Bindegewebe gelegen sind, so dass die alte Einteilung von Gefäß- und Nervenpapillen keinen Grund zum Bestehen mehr hat. Achtet man auch in Tangentialdurchschnitten auf die Verteilung von Blutgefäßen und Nervenendorganen, so stellt sich heraus, dass fast jedes Meissnersche Körperchen begleitet ist von einem Kapillargefäß.

Welche spezifische physiologische Funktion nun alle die Nervenfasern und Nervenendorgane in der Haut haben, ist noch nicht festgestellt; Untersuchungen von Magnus Blix [10] haben gezeigt, dass eine Stelle der Haut nur für Kälte, eine andere nur für Wärme und eine dritte nur für Berührung oder Druck empfindlich ist. Jedoch ist es nicht möglich, aus diesen Untersuchungen etwas Bestimmtes betreffs der spezifischen Funktion der verschiedenen Endorgane abzuleiten. Auch Ramström [52] kommt zu dem Schluss, dass die allgemeine Auffassung, was die Funktion der Meissnerschen Körperchen anbelangt, als spezifische Tast- oder Drucksinnapparate der haarlosen Hautteile, nicht genügend von Tatsachen unterstützt wird. Es würde, wie er erwähnt — und damit wird jeder wohl einverstanden sein —, nur möglich sein, dieses endgültig zu erörtern durch eine Kombination anatomischer und physiologischer Untersuchungen.

Von einigen dieser Nervenendorgane ist jedoch nach meiner Meinung wohl nach der Lage und einem einfachen Experimente zu ersehen, welche spezifische Funktion sie besitzen. Kann man doch bei sich selbst an dem Handrücken das Experiment machen und wahrnehmen, dass bei Berührung von einem der feinen dort vorhandenen Haare eine Empfindung ausgelöst wird, ohne dass die Haut selbst in

Berührung mit dem tastenden Gegenstande kommt und ist dann auch wohl deswegen die reiche Innervation der Haare zu erklären, welche besonders bei den sogenannten Tasthaaren auffällt.

Auch ist, was die Vater-Pacinischen Körperchen anbelangt, aus dem Bau und der Lage nach meiner Meinung zu entnehmen, dass diese besonders für Druck empfindlich sind. Liegen sie doch namentlich in den tieferen Schichten des Koriums, wo feinere Reize nicht so schnell durchdringen können.

Auch ihre Lage im Pankreas lässt hierauf schliessen: Wenn dieses seine Wirkung entfaltet, erweitern sich die Blutgefässe des Organs und üben schon hierdurch einen Druck auf die in dieser Drüse gelegenen Körperchen aus. Dieser Druck ist jedoch nicht nur extrakapsular vorhanden; er wird auch interkapsular gerade durch die früher genannten in das Körperchen eintretenden Kapillare hervorgerufen, sei es, dass die Nervenendigung gedrückt wird durch die Ausdehnung von den Kapillaren allein, sei es, dass eine Vermehrung der interkapsularen Flüssigkeit durch grössere Blutzufuhr entsteht und diese einen grösseren Druck zustande bringt. In beiden Fällen kann dann ein Reflex auf andere Digestionsorgane vom Pankreas aus ausgelöst werden.

Wie oben erwähnt, werden die Endorgane in die Papillen und Subkutis eingeteilt in kapsuläre und freiliegende Endigungen. Zu den ersteren gehören die Körperchen von Meissner, die von Golgi-Mazzoni, die von Ruffini und die Endorgane von Pacini.

#### Körperchen von Meissner.

Die erste Erwähnung dieser Endorgane findet man in einer Publikation von Meissner im Jahre 1852. Seitdem haben verschiedene Histologen die Struktur mit mehr oder weniger Erfolg untersucht: Tomsa [71] gelang es in 1865 kleine, flache, polygonale Zellen mit ellipsoïdem Kerne nachzuweisen; die Zellen, welche mehr an der Peripherie lagen, schickten Ausläufer nach der Mitte, welche durch ihre Ordnung zum Teil die eigenartige Querstreifung des Organs verursachten. Langerhans [43] schrieb die Querstreifung ausserdem den spiralartig gewundenen Nervenfasern zu.

Was die Nervenendigung selbst anbelangt, so konnte Merkel [46] beobachten, dass die markenthaltenden Nervenfasern bis zu dem Körperchen verliefen, ihre Markscheide daselbst verloren, in das Organ traten und in kleine Zweige auseinander fielen, welche sich vielfach wanden und endlich die Tastzellen erreichten, wo sie zu endigen schienen. Es traten nun noch in den Fasern Varikositäten auf, welche nach Merkel fälschlich angesehen wurden für Endknöpfchen, die nach seiner Meinung nicht vorkämen.

In späteren Untersuchungen u. a. von Fischer, Flemming, Ranvier und Kölliker [27, 28, 54] wird jedoch diese Meinung von Merkel widersprochen und ein knopfkolben- oder birnenförmiges Ende der Nervenfasern beschrieben.

Fischer (1876) ist nur scheinbar von derselben Meinung gewesen, auf Grund von seinen mit Goldchlorid erhaltenen Präparaten, so dass er in seinen Zeichnungen wohl einen Endknopf angibt, jedoch sich etwas vorbehält, indem er in der bei den Figuren gegebenen Erklärung erwähnt, dass es „wahrscheinlich“ und „vielleicht“ ein Endknopf ist.

Auch hinsichtlich der Meinung Merckels, als würden die Tastzellen nervös sein und in direkter Verbindung stehen mit den Nerven, wagt er es nicht, einen endgültigen Schluss zu ziehen.

Flemming [28] (1881) meint ebenso wie Fischer Teile des Achsenzylinders in dem Körperchen, von einer Markscheide umgeben, gesehen zu haben.

Nach Dogiel [18] (1892) ist dieses Trugbild jedoch nur auf die Anschwellungen, welche auf dem spiralartigen Verlauf der Fasern zu sehen sind, zurückzuführen; er stützt diese Meinung auf der Tatsache, dass der Markstoff in Methylenblaupräparaten nur sehr wenig gefärbt wird, während gerade die Varikositäten daselbst eine intensive Färbung zeigen. Er ist der Überzeugung, dass die Zeichnungen von Fischer und Ranvier, nach seiner Meinung die besten, welche bestehen, nur eine schwache Vorstellung geben von dem ganzen im Körperchen beschlossenen nervösen Apparat und beschreibt eine sehr grosse Anzahl durcheinander laufende, anastomosierende und sich verzweigende Nervenfasern, welche auch in den beigegebenen Zeichnungen deutlich zu sehen sind. Nervenendigungen in Kolben- oder Spindelform verwirft er ganz

und stellt dieselben auf Rechnung einer ungenügenden Imprägnation in den betreffenden Präparaten.

Nach den dann folgenden Untersuchungen von Ruffini [58] (1898) und Smirnoff [67] (1901), welche die früheren Befunde in der Hauptsache bestätigten, erscheint in 1903 von Dogiel abermals ein Stück unter dem Titel „Die Nervenendapparate in der Haut der Menschen“, worin in minutiöser Weise und verdeutlicht durch prachtvolle Zeichnungen die verschiedenen Arten von Endorganen beschrieben werden. Nach ihm muss man die Meissnerschen Körperchen nicht alle unter ein und dieselbe Gruppe ordnen und man hat zu unterscheiden:

1. eigentliche Meissnersche Körperchen;
2. modifizierte Meissnersche Körperchen;
3. eingekapselte Körperchen mit blattförmigen Endigungen;
4. eingekapselte Nervenknäuel.

1. *Die eigentlichen Meissnerschen Körperchen* sind eiförmig, bisweilen gebogen, und werden umgeben von einer Bindegewebskapsel, welche öfters wie ein Septum zwischen die Zellen des Körperchens eindringt und dieses in mehrere Lobi verteilt. Die Anzahl der Läppchen wechselt von 2—6; eine oder mehrere markhaltige Nerven treten an dem basalen Pol oder von der Seite ein, durchdringen die Kapsel nach Verlust von Neurilemma und Mark und teilen sich in verschiedene Ästchen; die markhaltigen Nerven entspringen nach Dogiel aus dem „Nervenendgeflecht“, das in den tieferen Schichten des Coriums gelegen ist und dort ein grossmaschiges Netzwerk bildet. In dem Körperchen winden sich die aus der Teilung des Achsenzylinders entstandenen Ästchen spiralförmig und liegen mehr oder weniger dicht aufeinander. In diesen Ästchen treten Varikositäten von ovaler, runder, spindel- und vieleckiger Form auf, und gerade aus diesen Varikositäten scheinen meistens wieder Seitenästchen zu entstehen.

Endigungen kommen, wie er selbst und schon früher Smirnoff und Ruffini anzeigten, nicht vor; der nervöse Apparat scheint einen Knäuel ohne Ende zu bilden: „Es gibt in der Tat kein einziges Ästchen, welches frei mit einer Verdickung endigt.“

Ausser diesem System von Nervenfasern, kommen nach ihm noch andere Fasern in den Meissnerschen Körperchen vor, welche sich ab-

zweigen aus dem oberflächlichen Netz von Nervenfasern in dem Korium und keine Markscheide besitzen. Sie treten zu dem Körperchen, können einen der eintretenden markhaltigen Achsenzylinder umwinden und teilen sich nach Eintritt in das Organ in eine grosse Anzahl variköser Fasern, welche zwischen den Ästchen des Achsenzylinders gelegen sind und oft spiralartig verlaufend unter vielfacher Teilung ein dichtes Netz bilden.

Obgleich Dogiel dieses als ein besonderes System beschreibt, hatte Ruffini es nicht nur schon früher beobachtet, aber auch einen Zusammenhang der beiden Systeme einwandfrei festgestellt, weshalb er einen prinzipiellen Unterschied zwischen denselben verwirft.

Bisweilen nahm Dogiel wahr, dass eine Nervenfasern der zweiten Sorte, vor ihrem Eintritt in das Körperchen, sich in Äste teilte, wovon einige nicht zu dem Körperchen traten, doch weiter in die Bindegewebspapille eindrangen und in deren Spitze Schleifen bildeten unter fortwährender Teilung und Anastomosierung. Die Schleifen lagen meistens in Bündeln dicht beisammen und bildeten ein Endorgan, welches nach Dogiel übereinkam mit den durch Ruffini beschriebenen beim Gefässsystem der Papillen gehörenden Endigungen: einige dieser Bündel sind dicht unter dem Epithel gelegen und geben feine Ästchen ab, welche in den Stratum cylindricum der Epidermis eindringen und in eine grosse Anzahl Fasern auseinander fallen, die in dem Interzellularraum der Epithelzellen gelegen sind. An anderen Stellen sind nun auch im Epithel Nervenfasern vorhanden, welche ihren Ursprung nehmen aus der Spitze eines Meissnerschen Körperchens.

Wiewohl Dogiel (1892) der Meinung war, dass dieses Nervenfasern waren, welche zu dem System der dicken Achsenzylinder gehörten, widerruft er dieses jetzt (1903) und legt als Tatsache fest, dass diese interepithelialen Fasern entstehen aus den feineren Nervenfasern, welche in der zweiten Stelle oben genannt sind.

Bisweilen sah er, dass eine markhaltige Nervenfasern der zweiten Sorte sich in einiger Entfernung des Körperchens in einen markhaltigen und einen marklosen Ast teilte, welcher letzterer in das Körperchen trat und dort das Nervenetz der zweiten Sorte bildete.

Der markhaltige Ast verlor seine Markscheide und fiel auseinander

in ein Bündel Schleifen, welche einen dichten Knäuel bildeten, welcher übereinkommt mit der „*Fiochetti papillari*“ von Ruffini.

2. *Modifizierte Meissnersche Körperchen*. Diese müssen nach Dogiel wieder geteilt werden in eine einfache und eine komplizierte Form. Sie haben das eigenartige, dass sie zusammengesetzt sind aus einem eingekapselten und einem uneingekapselten Apparat, wobei das erste ein modifiziertes Meissnersches Körperchen ist, während das zweite ein gesondertes System darstellt.

Die einfachen Formen bestehen aus einem eingekapselten Organ, welches die Form eines kleinen Lämpchens eines Meissnerschen Körperchens hat und einen Knäuel enthält, der entstanden ist aus Ästchen eines Achsenzylinders, welcher in die Bindegewebspapille verläuft. Der Achsenzylinder selber läuft nach Abgabe von den Seitenästchen weiter nach der Spitze der Papille, windet sich vielfältig und teilt sich in bestimmter Entfernung von der Papillenspitze in 3—4 dicke Ästchen, welche abgeplattet und von spindelförmigen und runden Verdickungen besetzt sind. Diese Fasern bilden hier einen dichten Knäuel, welcher die ganze Papillenspitze einnimmt und unter dem Epithel liegt.

Die mehr komplizierten Formen dieser Körperchen haben eine langgestreckte Form; zu dem Organ tritt ein markhaltiger Achsenzylinder, welcher in grösserer Entfernung von dem Basalpol während seines Verlaufes im Bindegewebe seine Markscheide verliert und sich in verschiedene Ästchen teilt, welche zusammen in das Körperchen eintreten. Immer scheint eines der Ästchen am dicksten zu sein und die unmittelbare Fortsetzung des Achsenzylinders vorzustellen. In das Körperchen angelangt, bildet der Achsenzylinder eine Spirale, wovon sich wieder Ästchen absondern, welche sich teilen und Anastomosen bilden. Die Ästchen sind meistens dünn und von Anschwellungen besetzt. Das eigenartige nun von dieser Form ist, dass das Organ in einiger Entfernung von der Spitze der Papille seine Bindegewebskapsel verliert, welche übergeht in das Bindegewebe der Papille. An dieser Stelle nun gehen von dem nervösen Apparat des Körperchens mehrere dicke Ästchen ab, welche nach der Kuppel der Papille ziehen und diese unter Schleifenbildung ganz ausfüllen. Summa summarum gibt er folgende Merkmale der modifizierten Meissnerschen Körperchen: „Die

wenige Dicke der Nervenästchen im eingekapselten Teile, der Mangel an groben plattenförmigen Faserendigungen, das nur zum Teil Vorhandensein einer Bindegewebskapsel und die freiliegenden Endverzweigungen des Achsenzylinders.“

### 3. *Eingekapselte Körperchen mit blattförmigen Nervenendigungen.*

Diese kommen ausschliesslich in den Papillen vor und auf jedem Schnitt sind meistens mehrere vorhanden. Die Kapsel besteht aus sehr dünnen Bindegewebsfasern, welche unmerkbar in das umhüllende Bindegewebe der Papille übergehen; nach Verlust der Markscheide treten ein oder mehr Achsenzylinder in das Körperchen ein und teilen sich in Ästchen, die abermals auseinander fallen und einen dichten Knäuel bilden, dessen Fasern mit kleinen, vieleckigen, blattförmigen Verbreiterungen besetzt sind. Aus den Ecken der Verbreiterungen gehen feine Fädchen aus, welche zu den benachbarten Verbreiterungen treten und darin übergehen.

Sowohl in dieser wie in der vorhergehenden Gruppe hat Dogiel nicht mit Sicherheit die zweite Sorte Nervenfasern gefunden.

4. Die vierte Sorte von Meissnerschen Körperchen sind *die eingekapselten Nervenknäuel*, welche gleichfalls immer in den Papillen anwesend sind. Das Organ wird umgeben von einer dünnen Kapsel, welche jedoch keine Septa in das Körperchen schickt und dieses dadurch nicht in Lappchen teilt; eine oder mehrere Nervenfasern dringen gleich nach Verlust der Markscheide in das Körperchen ein und nehmen mehr oder weniger eine Blattform an, ebenso wie die daraus entstehenden Verzweigungen; diese bilden eine grosse Anzahl durcheinander geschlängelter Schleifen, welche sich überkreuzen und wieder feinere Ästchen abgeben, so dass alle Zwischenräume nahezu ausgefüllt werden. Sowohl an den Stellen der Verzweigung, wie in ihrem ganzen Verlauf zeigen die Schleifen spindelförmige und vieleckige Varikositäten; Dogiel meint, dass die zwischen den Endverzweigungen des Achsenzylinders übrigbleibenden Zwischenräume durch eine geringe Quantität Lymphe ausgefüllt werden.

Es können sich nun von diesem eingekapselten Knäuel wieder Fasern absondern, die Kapsel durchbohren und einen Knäuel von der zweiten Ordnung bilden, welcher wieder von einer Kapsel umschlossen

wird; von diesem Knäuel nun gehen bisweilen aufs neue Fasern aus, welche aus der Spitze der Hautpapille in das Epithel dringen.

Dogiel meint alle diese Endapparate hauptsächlich unterscheiden zu müssen nach der Anzahl der Ästchen und Fasern, der Dicke der Verzweigungen, der Form und der Verteilung der Schleifen.

In 1905 erscheint dann noch eine letzte Publikation von Dogiel „Über die Nervenendapparate des Menschen“ [20] mit der Methode Cajals bearbeitet, worin er die vier genannten Sorten von Meissnerschen Körperchen, wie es scheint, wieder unter zwei Gruppen bringt; die eigentlichen und die modifizierten Meissnerschen Körperchen. Die Spiralfasern treten wieder deutlich auf ihrem Verlauf hervor und besonders an der Verzweigungsstelle, welche mit vieleckigen Verbreiterungen und Anschwellungen versehen ist. In diesen Verbreiterungen teilen und verflechten sich die Neurofibrillen, indem einige in die Ästchen wieder auslaufen und andere in dem Achsenzylinder bleiben.

Die Anzahl Neurofibrillen nimmt beständig zu: die Neurofibrillen der Nervenästchen treten in eine Anschwellung und fallen auseinander in eine grosse Menge sehr feiner Fibrillen, welche sich abermals teilen, miteinander anastomosieren und ein eng- und weitmaschiges Netz bilden. Die Maschen des Netzes haben eine abgerundete oder eine vieleckige Form. Die Zwischenräume der Maschen werden durch einen perifibrillären Stoff eingenommen, welcher in jeder Verbreiterung in grösserem Masse vorhanden ist als in den Nervenästchen. Aus diesem Netze entstehen nun wieder mehr oder weniger dicke Neurofibrillen, welche ein Ästchen bilden, dessen Bestandteile wieder in der folgenden Verbreiterung dasselbe Schicksal finden.

Dogiel erwähnt, dass in Längsdurchschnitten die Netze nicht so deutlich in den Vordergrund treten, obwohl in seiner Zeichnung deutliche Netze vorhanden sind, ebenso wie dieses dann auch und vielleicht etwas deutlicher auf dem Querschnitt zu sehen ist. Kerne oder Zellen konnte Dogiel mit dieser Methode nicht zu sehen bekommen. Am Ende spricht er das Folgende aus: „Der gesamte Nervenapparat, welcher ein Meissnersches Körperchen zusammensetzt, kann somit als eine Ansammlung zahlreicher, entweder durchweg oder teilweise im Hohlraum des Körperchens angehäufter und eng miteinander verbundener

Tastscheiben angesehen werden, welche auf den Verzweigungen eines Achsenzylinders, eine oder mehrere dicke, markhaltige, in betreffenden Körperchen endigende Nervenfasern aufsitzen.“ Von den früher beschriebenen Nervenfasern der zweiten Sorte schienen in seinen Präparaten Andeutungen vorhanden zu sein: in den Figuren ist das jedoch nicht eingezeichnet.

Spätere Untersuchungen von Cajals Schüler, Tello [69], an Haaren und Nervenendorganen in der Haut verrichtet, stimmen, was die Meissnerschen Körperchen anbelangt, vollkommen überein mit den Resultaten Dogiels.

Als Material für meine Untersuchung diente Finger- und Zehenspitze des Menschen mit der Methode Bielschowsky behandelt. Was die äusserliche und mehr allgemeine Form des Körperchens anbelangt, stellte sich heraus, dass die Einteilung, wie Dogiel sie in 1903 von den Meissnerschen Körperchen gibt, nicht immer praktisch durchzuführen war, besonders die vierte Gruppe, die sogenannten eingekapselten Nervenknäuel, schienen sehr unstetig von Form und Inhalt zu sein und eine Menge Übergangsformen zu zeigen, welche sowohl in der einen Gruppe wie in der anderen untergebracht werden konnten und besonders deshalb war dies der Fall, weil nirgends in den Präparaten, auch nicht bei Hypimprägation ein sogenannter Knäuel konstatiert werden konnte, ohne dass in dem von der Kapsel umschlossenen Raum deutliche Zellkerne vorhanden waren; zwar schienen in sehr einzelnen Fällen die Zellgrenzen nicht deutlich, wodurch man an ein Syncytium würde denken können, aber von einem durch Lymphe ausgefüllten Raum, wie Dogiel (1903) hypothetisiert, war nichts zu entdecken. Eigenartig ist es denn auch, dass er in späteren Untersuchungen (1905) mit der Methode Cajal dieses nicht mehr erwähnt.

Die eigentlichen Meissnerschen Körperchen werden umschlossen von einer Bindegewebskapsel, an welcher bisweilen ein fibrillärer Bau zu erkennen ist. Meistens ist diese in den Präparaten nicht imprägniert, so dass das Körperchen von einem hellen Rande umgeben wird. Bisweilen dringt die Bindegewebskapsel zwischen verschiedenen Teilen des Körperchens ein und bildet so ein Fasersystem, welches das Organ in einzelne Lobi teilt, die auf verschiedene Weise gegenseitig an-

geordnet sind, wodurch eine grosse Formverschiedenheit der einzelnen Körperchen resultiert.

Die als Tastzellen beschriebenen Organe sind deutlich in den Präparaten zu sehen: sie liegen in der Höhle des Körperchens, umschlossen von der Kapsel und haben einigermassen die Form einer Kaulquappe. Sie bestehen aus einem eiförmigen Teil mit ellipsoïdem Kerne, welcher fast den ganzen Raum davon einnimmt, und einem schmalen Ansatz, welcher, ebenso wie das Kopfstück, in den Präparaten von einer deutlichen Zellenmembran umgeben wird. Die Kopfstücke der Zellen mit dem Kerne liegen meistens in Durchschnitten an dem einen Rande des Körperchens an der Kapsel und schicken ihre Ausläufer nahezu parallel an der Oberfläche der Haut nach dem gegenüberliegenden Rande, welchen sie dann auch meistens erreichen. Bisweilen sieht man einen Kern und das umgebende Protoplasma inmitten des Körperchens liegen und dieses ist gewöhnlich der Fall in oberflächlichen Schnitten des Körperchens, welches darin seine Erklärung findet, dass man eine Zelle getroffen hat, deren Kopfstück an einem Rande des Organs liegt, welcher senkrecht steht auf der Fläche der Coupe.

In den Figuren sind die Zellgrenzen annähernd angegeben, da eine völlige Reproduktion der kreuz und quer durcheinander liegenden Zellausläufer nicht möglich war und die Zeichnung natürlich noch mehr kompliziert wird durch den nervösen Apparat. Bisweilen waren besonders in Querschnitten des Körperchens, also in Tangentialdurchschnitten der Haut, keine deutlichen Zellgrenzen zu sehen; in den Zeichnungen von dergleichen Präparaten habe ich dann das Ganze nuanziert, indem in der Hauptsache nur Kerne angegeben sind.

Was nun den nervösen Teil des Körperchens anbelangt, so sieht man meistens mehrere markhaltige Achsenzylinder nach dem Körperchen treten, welche oft dicht bei demselben nicht nur Varikositäten enthalten, doch auch über einen kleineren oder grösseren Verlauf eine bandförmige Verbreiterung zeigen. Die Achsenzylinder dringen dann in das Körperchen ein, nach Verlust ihrer Markscheide, und teilen sich in eine Anzahl Äste, welche miteinander Verbindungen eingehen, wodurch der individuelle Verlauf von jedem Achsenzylinder verloren geht;

die Äste, welche öfters eine Bandform zeigen, winden sich unter fortwährender Teilung und Anastomosierung spiralförmig, wobei die Windungen und Spirale meistens senkrecht auf der Längsachse des Körperchens stehen und auf ihrem Verlaufe Varikositäten von verschiedener Form zeigen. Nach der Form meint nun Dogiel die Körperchen einteilen zu müssen in eigentliche Meissnersche Körperchen und Körperchen mit blattförmigen Anschwellungen. Die eigentlichen Meissnerschen Körperchen haben mehr spindelförmige oder ovale Varikositäten im Verlaufe ihrer Nervenfasern, indem die andere Gruppe mehr blattförmige Anschwellungen zeigt; dass jedoch auch nun die Differentialdiagnose nicht scharf zu machen ist, stellt sich daraus hervor, wenn man in einer seiner Figuren, welche ein aus mehreren Lobi zusammengesetztes typisches Meissnersches Körperchen vorstellt, auf die deutliche blattförmige Anschwellung achtet. Im allgemeinen laufen die Spiralen zwischen den Zellen hindurch, indem sie begrenzt werden von zwei scharfen Grenzlinien zweier untereinander liegenden Tastzellen; diesen gegenseitigen Verhalten muss es meiner Meinung nach zugeschrieben werden, dass Fischer und Flemming meinten, Teile der interkorpuskularen Achsenzylinder von einer Markscheide umgeben gesehen zu haben.

Endkolben scheinen wohl vorzukommen; wiederholt meinte ich solche wahrzunehmen und in Figur 8 habe ich einen deutlichen Endkolben abgebildet, welcher unter dem Mikroskop bei Verschiebung der optischen Fläche keine andere Verbindung mit dem nervösen System zeigte, als die in der Figur angegebene.

In den modifizierten Meissnerschen Körperchen tritt nun eine Komplikation derart auf, dass die Bindegewebskapsel in einiger Entfernung der Papille offenbar in das umgebende Bindegewebe übergeht und aus der Spitze des Meissnerschen Körperchens ein nervöses System von Fasern ausgeht, welche meistens eine grössere Fläche in der Spitze der Papille einnehmen, bisweilen die ganze Kuppel ausfüllen. Diese Äste haben ihren Ursprung in den Verzweigungen der eintretenden Achsenzylinder und zeigen ebenso auf ihrem Verlaufe Anschwellungen und Verbreiterungen, indem sie ein mehr oder weniger weitmaschiges Netzwerk unter fortwährender Teilung und Anastomosierung bilden.

Für den in der Kapsel eingeschlossenen Teil des nervösen Organs gibt Dogiel in 1903 an, dass diese Nervenfasern meistens dünn und schmal sind; in 1905 gibt er als Hauptkennzeichen an, dass die Bindegewebskapsel nur zum Teil das Organ umhüllt.

Ich habe auch nie in meinen Präparaten besonders dünne Fasern in den modifizierten Meissnerschen Körperchen gefunden: zwar kamen hier und da dünnere Fasern vor, aber dann traten diese auf als Verbindungsfädchen zwischen den verschiedenen Teilen des nervösen Systems: einen abgeschlossenen Teil mit nur dünnen Fasern fand ich nicht.

Was nun den feineren Bau der Verbreiterungen und Anschwellungen anbelangt, so ist im allgemeinen deutlich zu sehen, dass diese aus einem feinmaschigen Netzwerk von Neurofibrillen bestehen. Auch der fibrilläre Bau des Achsenzylinders ist öfters, bevor dieser in das Körperchen eintritt, zu unterscheiden, wobei bisweilen das Eigenartige auftritt, dass er eine ganze Strecke weit breiter wird und die in ihm enthaltenen Neurofibrillen während seiner Verbreiterung ein Netzwerk bilden; bisweilen tritt dieses schon auf, wenn der Achsenzylinder von der Markscheide noch umgeben wird, wodurch es unwahrscheinlich wird, dass dieses Netz von Neurokeratin der Markscheide gebildet wird. Auch Botezat [13a] beschreibt etwas dergleichen auch für die Doppelsäulenkörperchen, das sind zusammengesetzte Merkelsche Körperchen, in der Zunge des Sperlings, wie Lugaro und Kolmer [37] das schon früher beobachtet hatten. Einen so eintretenden Achsenzylinder sieht man im Organe öfters bei Subimprägation wie ein Band verlaufen, welches an beiden Rändern abgesetzt wird von Neurofibrillen, indem der Raum dazwischen eingenommen wird von einer etwas dunkler gefärbten Fortsetzung der perifibrillären Substanz des Achsenzylinders, welcher vielfach eine Andeutung von einem Netze sehen lässt. Solche nahezu undifferenzierte Bänder scheinen meistens zu entstehen durch Hypimprägation und können überall in dem Präparat vorkommen; auch die spindelförmigen Anschwellungen und auch die Endkolben sind bisweilen allein umzogen von einer feinen Linie; dadurch wird es in unterimprägnierten Präparaten besonders schwer, diese Bänder zu unterscheiden von dem Zwischenzellraume, welcher auch von deutlichen Grenzlinien begrenzt ist.

Jedoch entsteht in den meisten Fällen, soweit ich beobachten

konnte, nicht ein verbreitertes Band aus dem Achsenzylinder, sondern er teilt sich bald, so wie oben schon erwähnt ist, in eine Anzahl Äste, welche auch öfters eine fibrilläre Struktur zeigen, und in denen die Anastomosierung der Fibrillen untereinander durch Querfibrillen bisweilen deutlich zum Vorschein kommt. Im Verlaufe der Äste sind nun Verbreiterungen zu sehen, welche bei genauerer Untersuchung aus einem Netze von Neurofibrillen bestehen. Die Neurofibrillen des Astes teilen sich da, wo solch eine Verbreiterung auftritt, und vereinigen sich wieder, indem einzelne dickere, besonders in vieleckigen Anschwellungen, das ganze Netz hindurch ihre Hauptrichtung unter Abgabe von Ästchen zu behalten scheinen. Hat das Netz eine Spindelform, so sind die Maschen meistens langgestreckt in der Richtung von der Längsachse der Spindel; in den meisten Körperchen schienen mir auch die Maschen der spindelförmigen Netze grösser zu sein als diejenigen der vieleckigen Verbreiterung. Aus solch einer spindelförmigen Verbreiterung kann nun auch noch, ausser den bipolaren Ästchen, ein Ästchen in der Mitte abgehen, so dass die Spindel die Gestalt bekommt vom bekannten Modell eines dreiwertigen Atoms.

Die vieleckigen Netze liegen meistens in einer gebogenen Fläche und umgeben öfters die Tastzellen für mehr als den halben Umriss; meistens scheinen sie auf dem Kopfteil der Zelle zu liegen, während mehr langgestreckte Formen jedoch auch in dem Zwischenzellraume der Ansätze vorkommen. Hier stellt sich jedoch heraus, dass diese Netze mehr die Bandform haben.

Die Nervenäste des Körperchens sind nicht alle derselben Dicke; es kommen dicke und sehr dünne vor; nach Dogiel (1903) würde man diese letzte zu einem anderen System von Nervenfasern rechnen müssen. Ich konnte jedoch konstatieren, soweit mir dies möglich war, dass eine scharfe Scheidung der zwei Systeme bestand, gebe jedoch zu, dass meine Untersuchung betreffs einer so verwickelten Sache nicht ganz zureichend war, da es äusserst schwer ist, in einem solchen Wirrwarr von dünnen und dicken Nervenfasern wie auch von Zellgrenzen und Bindegewebssepta einen endgültigen Schluss zu ziehen.

Zufällig ist es mir jedoch gelungen, in einem meiner Präparate eine Andeutung bekommen zu haben, welche uns etwas weiter zu

bringen scheint. Wie in der Figur 7 deutlich zu sehen ist, geht von der Spitze eines Meissnerschen Körperchens eine Nervenfaser aus einem Netzwerk ab, welche sich in das Epithel begibt und dort um eine Zelle ebenfalls ein Netzwerk bildet. Nach Dogiel (1903) muss nun diese Faser zum System der zweiten Sorte gerechnet werden. So wie jedoch aus diesem Präparat mit Subimprägation zu schliessen ist, entsteht diese Faser aus einem Netzwerk, welches nicht anders als zum ersten System von Nervenfasern gerechnet werden zu müssen scheint: ist das Netzwerk doch zu gross, um es zu der zweiten Sorte zurückführen zu können. Ausserdem ist es nicht wahrscheinlich, dass in Präparaten mit Subimprägation die zweite Sorte Nervenfasern gefärbt sein würden, wo in anderen Präparaten, sowohl mit Unter- wie mit normaler Imprægation kein System von der zweiten Art zu sehen ist.

Was nun die intraepitheliale Faser anbelangt, so verläuft diese zwischen den Epithelzellen hindurch und geht über in ein Netz, das, soweit aus dem Präparat zu ersehen ist, sich um eine Epithelzelle hinlegt. Das Besondere dieses Netzes besteht darin, dass in der Mitte dunkler imprægirierte Maschen zu sehen sind, welche augenscheinlich mit den weniger imprægirten, peripheren Maschen und auch mit einem Aste der Nervenfaser zusammenhängen. Ich glaube nun diese Endigung als die einer intraepithelialen Tastzelle auffassen zu müssen. Bisweilen, und in Fig. 10 ist dieses zu beobachten, sah ich aus der Spitze eines Meissnerschen Körperchens einen Achsenzylinder austreten und sich unter dem Epithel in Äste teilen, welche platten- oder blattförmig endeten, also ein Organ bildeten, welches viele Ähnlichkeit hatte mit den von mir beschriebenen Körperchen von Dogiel. Die Netze scheinen auch hier den Zellen anzuliegen.

In den modifizierten Meissnerschen Körperchen tritt nun die Komplikation auf, dass der oberste Teil des Körperchens nicht von einer Bindegewebskapsel umgeben wird; die Nervenästchen treten aus und bilden ausserhalb des eigentlichen Körperchens auch wieder Netze, welche oft in das Epithel hineindringen; an diesen Stellen ist keine Grenze zu sehen zwischen Korium und Epidermis; die Zellen des Epithels scheinen in die des eingekapselten Teiles des Meissnerschen Körperchens überzugehen. Diese Netze unterscheiden sich

keinstiels von denjenigen des eingekapselten Teiles, bisweilen sind die Fasern etwas dünner.

Was nun die Anzahl der Windungen und Fasern in den verschiedenen Formen der Meissnerschen Körperchen anbelangt, so kann man wohl bemerken, dass diejenigen, welche grosse, dicke, blattförmige Anschwellungen ihrer Ästchen zeigen, die mindeste Anzahl Windungen besitzen, soweit dies wenigstens mit dieser Imprägnation zu bestimmen ist. Die grösste Anzahl Windungen zeigen solche, welche fast ganz aus feinen Fasern mit langgestreckten, bandförmigen, schmalen Netzen bestehen.

Von allen diesen Sorten mit spiralartigem Verlauf der Nervenfasern kann man jetzt noch eine dritte Sorte unterscheiden, in welcher der Spirallauf der Fasern nicht so prononziert ist: die sogen. eingekapselten Knäuel von Dogiel. In diesen liegen die Fasern oft schräg oder parallel an der Längsachse des Körperchens, wodurch das Bild eines durchwirrtten Knäuels entsteht. Übergänge zu den vorgehenden Gruppen sind deutlich vorhanden, weshalb ich die Grenze nicht so scharf zu ziehen vermag.

In den eingekapselten Knäueln sind nun auch wieder die oben beschriebenen Netze vorhanden und innerhalb der Kapsel Kerne mit umgebendem Zellprotoplasma zu sehen.

Im allgemeinen zeigten die Zellen jedoch, soweit das wahrzunehmen war, eine nicht so langgestreckte Gestalt; sie scheinen mehr birnenförmig zu sein. Der zellige Inhalt ist denn auch das Einzige, wodurch sie sich von den mehr komplizierten Formen der Körperchen von Golgi-Mazzoni (zweite Gruppe von Smirnof) zu unterscheiden scheinen.

Es bleibt uns noch die Frage zu beantworten, ob ein Zusammenhang von Netzen und Zellen besteht; in meinen Präparaten war davon nichts zu bemerken, meistens lagen die grossen Netze zwar auf dem Kopfstücke der Zelle, aber einen bestimmten Zusammenhang konnte ich nie wahrnehmen, was überdies der Kleinheit der Zelle wegen äusserst erschwert würde. Es stellte sich heraus, dass sowohl Netze wie Verzweigungen immer zwischen oder auf den Zellen liegen blieben und Zusammenhang mit einem protoplasmatischen Netze in der Zelle war

nie mit Sicherheit zu beobachten. In allen Präparaten ist zwischen den Netzen und den Ästchen entlang eine geringe Quantität peribrillären Stoffes vorhanden.

### Körperchen von Golgi-Mazzoni.

Diese Endorgane, auch wohl Endkolben oder zurzeit modifizierte Vater-Pacinische Körperchen genannt, liegen in der Haut verschiedener Säugetiere und sind von W. Krause in der Fusssohlenhaut des Menschen, von Dogiel [16, 19, 21] in der Haut der Geschlechtsorgane und der Conjunctiva, von Ruffini [57] in der Tela subcutanea des Menschen, von Crevatin [15] in der Tela subcutanea des Affen, der Maus und anderer Tiere, und von Sfameni in den Papillen der Tastballen von Hund und Katze beschrieben.

Smirnoff [67] untersuchte diese Endorgane in der Fusssohlenhaut des Menschen und teilte sie in zwei Sorten. Beide zeigen eine äusserste lamellöse Kapsel und einen sogenannten Innenkolben, welcher einen homogenen oder körnigen Inhalt hat und keine Kerne enthält. In der Achse des Innenkolbens liegt der nervöse Apparat. Die Lamellen sind fein, dünn und besitzen ovale Kerne. Der Unterschied der zwei Sorten Körperchen besteht in der Form der Nervenendigung, in der Grösse und in der Anzahl Lamellen. Die erste Sorte von Smirnoff hat das Eigenartige, dass der Achsenzylinder sich verzweigt und die Äste ein geschlossenes Netz bilden, indem ihr Verlauf Varikositäten zeigt. Die zweite Sorte hat einen sehr schmalen Innenmantel, welcher, wie Smirnoff meint gesehen zu haben, bisweilen Kerne enthält. Der in der Achse des Innenmantels laufende Achsenzylinder verzweigt sich nicht und zeigt eine knopfförmige Endigung.

Auch in dem schon mehrere Male genannten in 1903 erschienenen Werke von Dogiel „Über die Nervenendapparate in der Haut des Menschen“ [24] beschreibt er ebenfalls seine Befunde mit Beziehung zu den Körperchen von Golgi-Mazzoni. Dogiel hat diese untersucht mit der Methylenblau-Methode in der Haut des Menschen. Sie bestehen aus einer Kapsel und einem Innenkolben. Die Kapsel besteht aus drei oder vier Lamellen, welche der Zahl nach im Verhältnis mit der Grösse des

Körperchens stehen. Die Endorgane sind gelegen in der Tela subcutanea und dem Stratum reticulare corii, bisweilen unter dem Epithel. In denjenigen Papillen, in denen die modifizierten Vater-Pacinischen Körperchen gelegen sind, wird auch meistens eine andere Sorte Endorgane gefunden, die sogenannte „Fiochetti Papillari“ von Ruffini, aber nie ein Körperchen von Meissner. Ein oder mehr markhaltige Achsenzylinder treten zu dem Körperchen, verlieren auf grösserer oder kleinerer Entfernung davon ihre Markscheide und dringen dann als nackte Achsenzylinder in das Körperchen. Hier teilt sich die Faser meistens in zwei oder drei Ästchen, welche sich vielfach winden und Schleifen von verschiedener Grösse bilden. Einige der Schleifen laufen in den Längsachsen des Körperchens, andere in querer Richtung, wieder andere schräg, wobei eine Verflechtung und Überkreuzung stattfindet. Von diesen schleifenförmig gebogenen Ästchen gehen wieder dünnere ab, welche ebenfalls wieder schleifenförmig verlaufen, sich teilen und wieder verbinden, so dass ein so dichtes Nervenknäuel entsteht, dass im Falle von vollständiger Färbung kaum ein Zwischenraum zwischen den Ästchen zu sehen ist. Diese Ästchen sind flach und mit Varikositäten besetzt.

Bisweilen scheint in dem Körperchen gleich wie bei den von ihm beschriebenen Meissnerschen Körperchen eine zweite Sorte Nervenfasern vorzukommen, welche dünner als die erst Genannten und auch mit kleinen Varikositäten besetzt sind. Im Organe angelangt, umwinden sie die Nervenlemente der ersten Sorte.

In einer letzten Publikation (1905) [20] beschreibt Dogiel die Untersuchungen an dieser Sorte Endorgane mit der Methode Cajal und zwar in dem Tastballen der Katze: die im Körperchen gelegenen Achsenzylinder bestehen aus mehr oder weniger dicken Fibrillen, welche sich überkreuzen und in einer perifibrillären Substanz liegen. Auf seinem Verlaufe teilt solch ein Achsenzylinder sich allmählich in eine kleinere oder grössere Anzahl Ästchen, die mit einer runden, ovalen oder hufförmigen Anschwellung enden; dieselbe besteht aus einer grossen Anzahl Neurofibrillen, welche ein dichtes, engmaschiges Netz bilden, das vollkommen geschlossen ist und von einer geringen Menge perifibrillärer Substanz umgeben wird. Die Ästchen zeigen auf

ihrem Verlaufe deutliche Anschwellungen. Nach Dogiel bilden die Endverzweigungen des Achsenzylinders sowohl in den typischen wie in den modifizierten Vater-Pacinischen Körperchen (Golgi-Mazzoni) ein System vollkommen geschlossener, bisweilen miteinander verbundener Netze.

Für die Untersuchung dieser Körperchen gebrauchte ich hauptsächlich die Tastballen der Katze, wiewohl sie in der Finger- und Zehenspitzenhaut des Menschen auch öfters vorkamen. Ausserdem traf ich sie auch in der Schweinsschnauze an, jedoch nicht so oft als bei der Katze. Hier waren sie in grosser Anzahl und Formverschiedenheit in jedem gut imprägnierten Präparat vorhanden.

Was nun die Endorgane anbelangt, so lagen diese meistens in den Papillen des Koriums, ein einziges Mal — und das waren meistens die einfacheren Formen — lagen sie direkt unter dem Epithel. Diese letzteren, welche auch bei Smirnof die eine Gruppe vorstellten, sind aufgebaut aus einem homogenen Innenmantel (Innenkolben) und einer kleinen Anzahl umgebender Kapseln. In dem Innenmantel läuft ein Achsenzylinder, welcher in einer knopfförmigen Anschwellung endet.

Bei den mehr komplizierten Formen teilt der Achsenzylinder sich in Ästchen, welche auf ihrem Verlauf Anschwellungen zeigen, miteinander anastomosieren, sich durcheinander schlängeln und so Schleifen bilden können, wodurch das Ganze mehr das Ansehen eines Knäuels bekommt. Dieses ganze nervöse System wird, wie in allen Präparaten deutlich zu sehen ist, umgeben von einer Schicht von mehreren Kapseln; an den äussersten Lamellen liegen ovale Kerne. Die Kapsel umgibt alle Ausbuchtungen des nervösen Systems, wie in der Figur 13 zu sehen ist. Nicht immer wird jedoch ein Netzwerk oder Schleifen gebildet. Bisweilen endet eins der Ästchen in eine birnenförmige oder mehr länglich ausgezogene Anschwellung, gerade so wie Dogiel dieses in seiner Zeichnung abbildet. Indem dann andere Formen mehr einem Knäuel ähnlich sind, ist dies eine Zwischenform zwischen den einfachen Körperchen und diesen Knäueln.

Was nun den feineren Bau des nervösen Teils anbelangt, so sieht man, dass der eintretende Achsenzylinder bisweilen eine fibrilläre Struktur zeigt und Neurofibrillen enthält, die sich öfters umeinander

winden. In einer Anschwellung des Achsenzylinders oder eines Astes teilen sich diese Fibrillen und bilden durch Anastomosen wieder ein Netzwerk, dessen äusserliche Form sehr wechselnd ist. War bei den Meissnerschen Körperchen nahezu die Form der Anschwellung genauer anzugeben, so tritt hier ein sehr wechselndes Verhältnis auf, so dass man unmöglich bestimmte Formen nennen kann. Auch ist hier und da ein langgestrecktes Netz im Verlauf eines nervösen Astes vorhanden, so dass der Ast lokal verbreitert erscheint.

Was die Anschwellung anbelangt, so kann dieselbe auch meist verschiedenartige Form annehmen. Spatel- und Birnenform sind die meist vorkommenden; in dieser letzteren tritt dann oft die Eigentümlichkeit auf, dass nur die Aussenseite der Anschwellung von dem Netzwerk umgeben wird, und das Innerste eingenommen wird von dem perifibrillären Stoffe, so dass dieser wie ein Ei in einem Netz gefasst ist. Auch kann es vorkommen, dass die Endanschwellung in Hinsicht auf den betreffenden nervösen Ast so gestellt ist wie der eiserne Teil des Hammers auf dem Stiel.

Die Ästchen des Achsenzylinders werden umgeben von einer geringen Menge perifibrillärer Substanz, indem diese dort, wo ein Netzwerk anwesend ist, dessen Maschen ganz auffüllt.

Die eigenartige Verteilung von perifibrillärer Substanz und Netz, wie oben beschrieben ist, habe ich allein in der birnenförmigen Anschwellung wahrnehmen können. Ob dieses Bild der unvollkommenen Imprägnation zuzuschreiben ist, ist natürlich nicht zu entscheiden.

Bisweilen sieht man, ebenso wie Dogiel das auch in einer seiner Figuren angibt, ein „wurstförmig“ gebogenes Körperchen, sogar solche, wo die wurstartigen Krümmungen mehrere Male vorkommen. Von Kernen in dem Innenmantel, wie bei den einfachen Formen von Smirnoff, konnte ich nie etwas bemerken.

Was das zweite nervöse System betrifft, das Dogiel in diesen Körperchen beschreibt, so meine ich hiervon eine Andeutung erhalten zu haben: Figur 15 zeigt dieses und ist einem überimprägnierten Präparat entnommen, in welchem die zentrale, dicke Endfaser dunkelschwarz in den Vordergrund tritt. Die Nervenfasern der zweiten Sorte umgeben dieselbe netzförmig, mit Maschen von unregelmässiger Form. Eine Indi-

vidualität beider Systeme scheint nicht zu bestehen, gehen doch offenbar die Fasern der zweiten Sorte in den zentralen Achsenzylinder über.

#### Körperchen von „Dogiel“ (mit blattförmigen Endigungen).

In der in 1903 erschienenen Publikation von Dogiel [24], über die Nervenendapparate in der Haut des Menschen, kommt ein noch nicht beschriebenes Endorgan vor, ebenfalls in dem Stratum reticulare corii gelegen und nicht selten einem Meissnerschen Körperchen dicht anliegend. Es hat die Form eines mehr oder weniger dicken Zylinders, der bisweilen gebogen ist und wird umgeben von einer dünnen Bindegewebskapsel, die einen Innenmantel oder Innenkolben, wie Dogiel es nennt, umgibt. Am untersten Pol des Körperchens tritt ein sehr dicker, markhaltiger Achsenzylinder ein, der dort seine Markscheide verliert; er gibt in der Höhle des Organs sofort einen oder zwei abgeplättete Äste unter scharfer Ecke ab, und windet sich weiter wellenförmig durch das Körperchen hin, während inzwischen sich von demselben wieder Äste abzweigen und auch am Ende des Achsenzylinders wieder Ästchen abgehen. Achsenzylinder und Verzweigung haben beide das Vorkommen mehr oder weniger breiter Bänder, worin, in den mit der Methylenblau-methode bearbeiteten Präparaten, deutlich ein fibrillärer Bau zu unterscheiden ist. Diese Bänder sind am Rande mit kleinen Dornen besetzt und zeigen auf ihrem Verlauf plattenförmige Erweiterungen. Jedes Ästchen endet im Körperchen in ein Plättchen, das mancherlei Form haben kann und ebenso wie die Bänder mit Dornen besetzt ist. Bisweilen gehen von diesen Plättchen wieder Fasern ab, welche ebenfalls in ein Plättchen enden. Was den Bau dieser Verbreiterungen anbelangt, so hat Dogiel beobachten können, dass dieselben aus feinsten Fibrillen bestehen, wozwischen augenscheinlich ein körniges Neuroplasma anwesend ist. Zellen waren jedoch nicht vorhanden, und Dogiel kommt zu der sehr unwahrscheinlichen Hypothese, dass die zwischen den Plättchen existierenden Zwischenräume ausgefüllt werden durch Endigungen derselben Sorte, welche jedoch nicht gefärbt sind.

In meinen Präparaten waren wiederholt dergleichen Endorgane

vorhanden; sie lagen meistens in der Basis einer Papille und standen öfters in Verbindung mit einem Meissnerschen Körperchen; einige Male konnte ich auch beobachten, dass diese Körperchen von Dogiel von einem Achsenzylinder aus dem oberen Pol eines Meissnerschen Körperchens innerviert wurden und dann zwischen dem Meissnerschen Körperchen und dem Epithel, dicht unter dem letzteren, gelegen waren. (Siehe Fig. 10.) Sie haben meistens eine wurstförmig gebogene Form und werden von einer dünnen, mit Bindegewebskernen versehenen Kapsel umgeben, wovon öfters mehrere fibrilläre Schichten deutlich zu sehen sind. Der eintretende Achsenzylinder, der bis nahe am Körperchen mit einer Markscheide versehen ist, teilt sich in verschiedene Äste, woran auch die geplättete Schnürriemenform hervortritt; dieses scheint seinen Ursprung zum Teil darin zu finden, dass diese Ästchen keine eigentlichen Achsenzylinder sind, sondern in die Länge gezogene Netze; in dem Verlauf dieser Ästchen sind platte und spindelförmige Erweiterungen eingereiht, welche in Präparaten mit der Methode Bielschowsky behandelt, ein Geflecht von Neurofibrillen zeigen. Die Maschen dieses Netzes haben keine bestimmte Form, wechselnd von rund bis oval, von dreieckig bis vieleckig. Aus diesem Netze entstehen jetzt wieder bandförmige Ästchen, und man kann öfters sehen, dass zwei Neurofibrillen, in einiger Entfernung von dem Übergang von Netz in Ast, das Netz von zwei Seiten begrenzen und konvergierend ein Dreieck bilden, in dessen Spitze die übrigen Neurofibrillen in den Ast übergehen. Die Netze gegenseitig werden öfters durch Anastomosen verbunden.

Ob Endknöpfchen und Endplatten vorkamen, habe ich nicht mit Sicherheit bestimmen können; in Figur 16 meine ich auf Grund der Rekonstruktion der verschiedenen Schnitte gesehen zu haben, dass eine vieleckige Endplatte bestand.

Zellen und Kerne sind deutlich in den Organen vorhanden, obgleich die Zellgrenzen nur annähernd in der Figur angegeben werden konnten.

Einen Zusammenhang zwischen Zellen und Netzen habe ich nicht finden können; wohl existierten die von Dogiel gesehenen Dornen an einigen Netzen, die dann in Netze von hellerer Farbe übergingen: ob diese Netze, die man schwerlich von den anderen trennen konnte, in

dem Protoplasma der Zellen lägen oder die Zellen umgäben, muss ich unbestimmt lassen.

In letzter Stelle ist noch zu beachten, dass auch hier innerhalb der Höhlung des Körperchens Zellen und Kerne existierten, während Dogiel, wie er dies auch bei manchen anderen Endorganen beschreibt, dieselben nicht beobachten konnte.

#### Intraepitheliale Nervenendigungen (Ranvier).

Die intraepithelialen Ranvierschen Endnervenfasern sind seit langer Zeit bekannt. Nach Ranvier [57] genannt, wurden sie schon in 1868 durch Langerhans [47] entdeckt, und nach der Zeit mehrere Male beschrieben:

Im Jahre 1895 veröffentlichte Scymonowicz seine Untersuchung an der Schweinsschnauzenhaut, mit Hilfe der Goldchloridmethode von Ranvier und der Methylenblaumethode von Ehrlich, mit der Fixierungsmethode nach Bethe und meinte auf Grund seiner Resultate die Nervenendigung im oben genannten Organ in die folgenden Gruppen teilen zu müssen:

1. Freie intraepitheliale Nervenendigungen.
2. Nervenendigungen in den Merckelschen Tastscheiben.
3. Zwei Formen von Endkolben (Körperchen von Golgi-Mazzoni).
4. Freie dendritische Endigungen an der Grenze von Epidermis und Cutis.
5. Die Endigung in den Tasthaaren.

Die erste Gruppe, welche für dieses Kapitel in Betracht kommt, besteht aus markenthaltenden Nervenfasern, welche in der Bindegewebepapille fast senkrecht nach dem Epithel ziehen, an dessen Rand ihre Markscheide verlieren, in das Epithel eindringen und unter Abgabe von Seitenästchen und Anastomosen zwischen den Epithelzellen zickzackförmig bis dicht bei dem Stratum granulosum verlaufen. Bisweilen kehrt eines der Seitenästchen nach einem kürzeren oder längeren Verlauf wieder auf seinen Weg nach dem Korium zurück.

Die Endigungen dieser Fasern sind meistens knopfförmig geschwollen. Nie konnte Scymonowicz wahrnehmen, dass Anastomosen

bestanden zwischen zwei Hauptästen, wohl, dass ein Ast sich dichotomisch in zwei Fasern teilte, welche sich später wieder vereinten, wodurch dann eine Masche gebildet wurde, welche eine oder mehrere Epithelzellen umschloss.

Auf dem Verlauf der intraepithelialen Nervenfasern sind auch noch zahlreiche Varikositäten zu sehen, welche jedoch nach Scymonowicz als postmortale Veränderungen angesehen werden müssen.

Nach diesen verhältnismässig wenig Neues bringenden Untersuchungen von Scymonowicz erscheint im Jahre 1902 aus dem Laboratorium Dogiels in Petersburg eine Publikation von Tretjakoff [72], worin dieser u. a. die intraepithelialen Nervenendigungen in der Schweinsschnauze erwähnt: nicht nur aus der Kuppel einer Bindegewebspapille, sondern auch an der Basis treten marklose Nervenfasern in das Epithel, welche mit Varikositäten besetzt sind und in Zickzackform verlaufen.

Über der Kuppel einer Papille wird jedoch noch eine andere Sorte intraepithelialer Nervenendigungen gefunden, welche sich von den oben beschriebenen unterscheiden. Diese Nervenendigungen laufen durch die Bindegewebspapille, dringen in das Epithel hinein und geben eine grosse Anzahl mit grossen Varikositäten, Dornen und Plättchen besetzten Seitenästchen ab. Die feineren Verzweigungen anastomosieren miteinander und bilden dabei Netze um die an der Bindegewebspapille gelegenen Epithelzellen.

Von den gewöhnlichen intraepithelialen Nervenendigungen sind sie zu unterscheiden durch ihre Dicke und die Bildung der oben genannten Netze.

Im nächsten Jahre, 1903, gibt Dogiel selbst von dieser Sorte Endigungen in der Haut des Menschen eine Beschreibung [24]: Er erreichte mit der Anwendung der Methylenblaumethode auf die menschliche Haut nur in einzelnen Fällen, dass die intraepithelialen Nervenendigungen gefärbt in den Vordergrund traten. Hauptsächlich kamen dieselben dort vor im Epithel, wo unter diesem ein uneingekapselter Nervenknäuel oder ein Nervenfaserbündel in einer Bindegewebskapsel liegt, woraus dann die Nerven entspringen. Von diesem intrapapillären nervösen System zweigen sich nun eine ver-

schieden grosse Anzahl Fasern gesondert oder zu Bündeln vereinigt ab, welche auf verschiedenen Stellen, von der Basis der Papille bis an die Kuppel, in das Epithel hineindringen. Sowohl die Bündel als die einzelnen Fasern teilen sich hier allmählich in eine grosse Anzahl Ästchen, welche zickzackförmig zwischen den Epithelzellen verlaufen und, indem sie gegenseitig anastomosieren, diese umflechten. Sie reichen nie weiter als zu dem Stratum granulosum. Den gleichen Verlauf haben die Fasern, welche aus der Spitze eines Meissnerschen Körperchens in das Epithel hineindringen.

Alle diese intraepithelialen Nerven sind sehr dünn und von kleinen, runden und spindelförmigen Verdickungen besetzt. Dass diese Fasern endigen würden in den Epithelzellen, wie Pfitzner, Huss und Botezat meinten gesehen zu haben, konnte Dogiel nie konstatieren; immer waren die Nerven zwischen den Zellen gelegen und umflochten ihre Oberfläche. Die besonderen Nervenendigungen, wie Tretjakoff in der Schweinsschnauzohaut beschreibt, waren in den Präparaten nicht zu sehen.

Im Jahre 1907 erschien noch eine Arbeit Botezats [13a], in der die intraepithelialen Nervenfasern der Maulwurfsrüsselhaut Erwähnung finden: die Axial- und Randfasern des Eimerschen Organes, die allem Anschein nach dieselbe Beschaffenheit haben als die anderswärtig gelegenen intraepithelialen Ranvierschen Neurofibrillen zeigen während ihres Verlaufes — nach Befunden im Cajalschen Präparate — rechts und links kleine Knöpfchen, welche oft recht deutlichen, aus der Faser entspringenden kurzen Stielchen aufsitzen. Bei gelungener Silberimprägation kann man das Neurofibrillennetz, aus dem diese epizellulären Endknöpfchen bestehen, deutlich erkennen.

Die nachher noch erschienenen Aufsätze Botezats [13b] und Bielschowskys [9a] lehrten wenig Neues, was diese Strukturen betrifft, dagegen veröffentlichten J. Boeke und de Groot [10a] (Ende 1907) einschlägige Untersuchungen betreffs Struktur und Regeneration der Axial- und Randfasern in dem Eimerschen Organ, ebenfalls mit der Methode Bielschowsky angestellt. Sie fanden an den obengenannten intraepithelialen Fasern deutliche Netze in den daselbst vorhandenen knopfförmigen Verbreiterungen.

Fast in allen Hautpräparaten der verschiedenen Tiere ist es mir gelungen, die Ranvierschen Fasern nachzuweisen. Wie es auch der Fall war bei der Methylenblaumethode, schienen diese Art Fasern schwer zu färben und kamen sie nur auf sehr bestimmten Stellen des Präparates und dann noch in geringer Anzahl ans Licht. Auch war die erforderliche Zeit zur Imprägnation bedeutend länger als solche anderer Endorgane.

Im allgemeinen ist dicht unter dem Epithel im Korium der Haut der verschiedenen untersuchten Tiere ein Plexus von Neurofibrillen vorhanden, welche deutlich schwarz imprägniert sind. Hiervon sieht man zwischen den Epithelzellen der untersten Schicht des Stratum Malpighi hell gefärbte violette Streifen abgehen, welche durch den wenigen Farbenunterschied sich fast nicht von der Umgebung unterscheiden. Ich halte diese, indem ich die Zeichnungen anderer Untersucher vergleiche und daraus das Vorhandensein einer grossen Anzahl intraepithelialer Nervenfasern an diesen Stellen ableite, für nicht-imprägnierte Nervenfasern. Es scheint bei vollständiger Imprägnation der Neurofibrillen im Korium, an der Grenze von Korium und Epidermis, der weiteren Imprägnation des nervösen Systems eine Grenze gezogen zu werden, welche nur durch längere Dauer der Imprägnation überwunden werden kann.

Dies ist augenscheinlich der Fall mit den uns beschäftigenden intraepithelialen Ranvierschen Endigungen und noch schwerer scheint die Imprägnation der Merckelschen Tastscheiben zu sein. Als Material für die Untersuchung dieser Nerven benutzte ich hauptsächlich die Haut der Schweinsschnauze, obwohl dieselben auch vorhanden waren in den Präparaten der Tastballen der Katze, und der Wachshaut des Entenschnabels.

Diese Nervenfasern nun, welche entweder aus den unter der Epidermis gelegenen Nervennetzen entspringen, oder aus einem dort gelegenen markenthaltenden Achsenzylinder entstehen, dringen in das Epithel hinein und verlaufen zwischen den Zellen. In Präparaten mit längerer Imprägnationsdauer sind diese Nerven wie schwarze Linien zu sehen, welche zickzackförmig unter Abgabe von Seitenästchen nach den oberflächlichen Schichten des Stratum Malpighi laufen.

Diese Verzweigungen sind ebenso wie der Hauptast, mit kleinen runden, spindelförmigen und langgestreckten Anschwellungen und Varikositäten versehen. Dort, wo ein Seitenästchen abgeht, sieht man ein dreieckiges Feld zwischen den divergenten Ästen, welches in den superimprägnierten Präparaten dunkel gefärbt ist. Die meisten Fasern behalten ihre Hauptrichtung sagittal auf der Oberfläche der Haut, nach dem Stratum granulosum zu, welches sie in den meisten Fällen erreichen. Bisweilen ändern sie, hier angelangt, ihre Richtung und verlaufen mehr tangential an der Oberfläche.

Was nun die Varikositäten anbelangt, so sind diese nicht immer vorhanden; in einigen Präparaten ist ein gerader Verlauf einer dünnen Nervenfasern zu sehen, ohne dass nennenswerte Anschwellungen vorkommen.

In Präparaten, welche keine Überimprägung zeigen, sieht man deutlich, wie die Nervenfasern und Varikositäten gebaut sind. Die ersten bestehen oft aus mehreren Neurofibrillen, welche bald parallel laufen, bald sich umeinander hinwinden. Zwischen den Fasern ist ein dunkel gefärbter perifibrillärer Stoff zu sehen. Dort, wo die Varikositäten auftreten, sieht man deutlich, dass diese aus einem runden oder ovalen Ring von Neurofibrillen bestehen, dessen Inhalt mit perifibrillärer Substanz aufgefüllt wird und oft noch Querfibrillen zeigt. Die Neurofibrille oder Neurofibrillen, woraus die intraepitheliale Nervenfasern besteht, gehen augenscheinlich in den Ring über, ebenso wie am anderen Pole desselben eine oder mehrere Neurofibrillen hervorgehen, welche eine Strecke weiter wieder dasselbe zeigen. Bisweilen kommt es vor, dass solch ein Ring auf einem kurzen Ästchen der Nervenfasern sitzt, gleichsam gestielt ist, wie Boeke und de Groot dieses auch an den Epithelnervenfasern des Eimerschen Organes fanden. Die Achsenfasern selbst und die Anschwellungen bestehen, wie hie und da, aber nicht so deutlich wie dies an dem Eimerschen Organ von den obengenannten Autoren [13a, 10a] beobachtet ist, aus einem wirklichen Nervenetz.

Soviel ich habe wahrnehmen können, enden die Ästchen immer durch Mittel des oben erwähnten Ringes oder ringförmigen Netzes, welches bisweilen noch das Eigenartige hat, dass ein halbmondförmiger Teil seines Inhalts an dem basalen Pole (proximalwärts) dunkel ge-

färbt ist. Besonders am Ende liegen diese Ringe dicht aufeinander, so dicht, dass öfters die Endigung das Ansehen einer Kette hat. Figur 18a, welche eine solche Endigung im Entenschnabel zeigt, gibt ein deutliches Bild hiervon. Dieses wird wohl aller Wahrscheinlichkeit nach seinen Grund darin finden, dass hier die Degeneration der Epithelzellen einen schnelleren Verlauf nimmt als die entsprechende der oberflächlichen Teile der Nervenfasern und diese hier mehr ineinander gedrängt werden, wie Boeke und de Groot dieses auch in dem Eimerischen Organ beschrieben. Ein Zusammenhang zwischen Epithelzellen und Endigungen war nicht vorhanden.

Dass alle diese Varikositäten Kunstprodukte sein würden, wie Seymonowicz meint, kann ich nicht glauben; man würde jedoch einwenden können, dass hier Schrumpfung des Epithels entstanden ist, wodurch die Neurofibrillen, welche solch ein intraepithelialer Nervenast enthält, auseinander gewichen sind, indem dieser letzte eine kleinere Verlaufsstrecke zu seiner Verfügung bekommen hat. Gegen diese Auffassung spricht jedoch das konstante Vorkommen nicht nur des Ringes, sondern auch der Querverbindungen und die wenigen Schrumpfungerscheinungen der Epithelzellen.

Ein dunkel gefärbter perifibrillärer Stoff ist in geringem Masse der ganzen Nervenfasern entlang anwesend und füllt auch die Varikositäten und Verbreitungen auf. In Präparaten mit Überimprägnation wird derselbe ebenso wie sonstwo gleichfalls imprägniert, so dass die Ranviersche Faser an Dicke zugenommen zu haben scheint. Wir können also folglich hier sagen, dass eine Schleifen- oder Ringbildung am Ende dieser Art Nerven besteht, aber sofort taucht dann die Frage auf, wie die Nerven sich zu dem Wachstum der Epidermis verhalten; die Aufklärung dieses Verhältnisses haben Boeke und de Groot, wie oben bereits erwähnt, der Hauptsache nach gegeben.

Von der von Tretjakoff gefundenen zweiten Art Nervenfasern, welche über der Kuppel einer Papille anwesend sind, habe ich in den meisten Präparaten nichts beobachten können; in einigen, zumal bei den Merkelschen Tastzellen, sah ich mehr als eine Andeutung davon und werde sie ebenda berücksichtigen.

\*

\*

\*

Besonders dort, wo die Haut als Tastorgan dient, kommt noch eine andere Art intraepithelialer Endigungen bei verschiedenen Säugtieren, u. a. Katze, Schwein, und Menschen vor: die sogen. *Merkelschen Tastscheiben*. Merkel [46, 47, 48] ist der erste gewesen, welcher diese Art Endorgane im Epithel der Haut beschrieb und die Tastzellen, denen die Scheiben anlagen, ansah für periphere Ganglienzellen, welche Meinung er, wo dies möglich war, auch was die anderen Endorgane anbelangt, festhielt. Ranvier [53] widersprach dem aber und äusserte sich, dass es jedoch unmöglich sei, an Osmiumsäurepräparaten, wie Merkel dies getan hatte, den Zusammenhang zwischen Scheiben und Tastzellen zu beobachten; in seinen Goldchloridpräparaten kann er konstatieren, dass die Scheiben sich schalenförmig an die Zelle legen, indem sie gegenseitig durch Anastomosen verbunden werden und meint diesen Tastzellen dieselbe Funktion zuschreiben zu müssen, als denjenigen in den Grandry'schen Körperchen. Werden diese Art Endorgane in der Schweinsschnauze mehr in den untersten Schichten der Epidermis gefunden, bei anderen und speziell bei dem Menschen können sie, wie Merkel dieses auch schon beobachtet hatte, auch in den mehr oberflächlichen Schichten des Epithels vorkommen. Sie werden gebildet von Nervenfasern, welche nach Verlust ihrer Markscheide in das Epithel eindringen, die tiefen Schichten unter Abgabe von Ästchen durchbohren und mit einer Tastscheibe enden, welche die Form eines Epheublattes (*terminaisons hédériformes*) hat.

Bonnet [12] (1885) steht jedoch wieder auf der Seite Merckels und gibt an, dass die Nervenfasern mit den Tastmenisci innerhalb der Zellen zwischen Kern und Membran liegen. Auch mit Ranvier ist er darin nicht einig, dass die Tastscheiben gegenseitig verbunden sind.

Scymonowicz [61] beschreibt im Jahre 1895 diese Nervenendorgane in der Schweinsschnauze: der markhaltige Achsenzylinder verliert, nach einem wellenförmigen Verlauf an der Basis des Epithels angelangt, seine Scheiden und teilt sich in verschiedene Ästchen, welche nach kürzerem oder längerem Verlauf in einer Tastscheibe enden. Diese Tastscheiben bilden eine flache Schale und liegen an einer Seite den Tastzellen an. Sie können bisweilen an der Ober-

seite statt an der Unterseite liegen und sind gegenseitig durch dünne Fasern verbunden.

Auch Tretjakoff [72] (1902) hat als Material für seine Untersuchung die Schweinsschnauze, mit der Methylenblaumethode behandelt, ausgenutzt: ebenso wie Waldeyer 1879 für die Grandry'schen Körperchen, teilte er auch für die Merkelschen Tastscheiben oben genannte Meinung Ranviers.

Was den Kern der Tastzellen anbelangt, so ist dieser biscuitförmig und wird von einem klaren Hof umgeben, so wie auch schon von Bonnet und Scymonowicz beobachtet wurde. Ausserdem kann er konstatieren, dass bisweilen die Tastscheibe über und nicht unter der Zelle gelegen war und dass sie aus Fibrillen und interfibrillärem Stoff bestand. Tretjakoff ist nicht derselben Meinung wie Botezat, wenn dieser angibt, dass von den in der äussersten Wurzelscheide der Haare vorkommenden Tastscheiben dünne Fasern ausgehen, welche zwischen den Epithelzellen enden. Die Tastscheiben liegen, wenn die Tastzellen in der untersten Schicht des Epithels gelegen sind, direkt an der Basalmembran. In Sagittalschnitten der Haut umflechten die varikösen Nervenfasern die Tastzelle mit einem feinen Netzwerke und gehen über auf die benachbarten Zellen, wo sie abermals ein Netzwerk bilden.

Im nächsten Jahre 1903 erscheint aus demselben Laboratorium von der Hand Dogiels die schon wiederholt genannte Publikation über die Nervenendorgane beim Menschen [24]. Nach der basalen Schicht der Epidermis treten Nervenfasern verschiedener Dicke, welche in grösserer oder kleinerer Entfernung vom Epithel ihre Markscheide verlieren; sie dringen, nachdem sie sich mehrere Male dicht unter dem Epithel gewunden haben, in dasselbe ein und teilen sich wieder in verschiedene Äste, welche zwischen die Epithelzellen verlaufen und unter den sogen. Tastzellen in Tastscheiben enden. Diese sind in der Haut des Menschen ziemlich klein und scheinen mehr die Form vieleckiger Plättchen zu haben. Mit der Immersionslinse betrachtet, zeigen diese Tastscheiben eine fibrilläre Struktur. Von solch einer Tastscheibe nun kann wieder eine Faser abgehen und in einiger Entfernung unter einer Tastzelle wieder ein ähnliches Organ

bilden. Ausser diesen dicken Fasern, welche aus den an der Basis des Epithels noch markhaltigen Nervenfasern entstehen, sind, wie oben schon erwähnt, noch andere Fasern vorhanden, welche dort ihre Markscheide schon verloren haben, noch eine kleine Strecke unter der basalen Schicht entlang unter Teilung laufen können und nachher in das Epithel hineindringen. Hier angelangt winden sie sich vielfach, teilen sich mehrere Male, treten nach einer Tastzelle und fallen dort in eine grosse Anzahl mehr oder weniger dünne, variköse Ästchen auseinander, welche sich miteinander vereinigen und ringsum jeder Zelle ein dichtes Netz bilden, in welchem dieselbe wie in einem Korb gelegen ist. Von diesem Netze gehen wieder Fasern nach anderen Zellnetzen ab. Dogiel hebt besonders hervor, dass hier die Innervation der Tastzellen in derselben Weise geschieht, wie die der schon früher beschriebenen Grandry'schen Körperchen. Jedoch konnte er auf Grund der Methylenblaupräparate keinen Zusammenhang zwischen Tastzellen und Tastscheiben nachweisen.

Im Jahre 1905 endlich erscheinen die mit der Cajalmethode erhaltenen Resultate desselben Untersuchers [20]. In Präparaten der Fingerspitze von Mensch und Katze konnte er deutlich die aus der Cutis in das Epithel eindringenden Nervenfasern und die daraus entstandenen Tastscheiben nachweisen; an der Stelle, wo aus der Nervenfasern die Tastscheibe entsteht, strahlen die konstituierenden Neurofibrillen nach verschiedenen Seiten aus, um dann in eine grosse Anzahl sehr feiner Neurofibrillen auseinander zu fallen. Diese bilden unter Anastomosierung ein sehr dichtes und vollkommen geschlossenes Netz, wozwischen perifibrillärer Stoff vorhanden ist. Deutlich ist der gegenseitige Zusammenhang der Tastscheiben und die Bildung von Scheiben der zweiten Ordnung zu sehen. Dogiel konnte nicht wahrnehmen, dass von den Netzen aus Neurofibrillen in die Tastzellen eintraten.

Als Untersuchungsmaterial diente mir die Schweinsschnauze, nach den meisten Autoren das beste Organ zum Studium der Merkelschen Tastscheiben. Jedoch scheint die Imprägnation dieses Systems mit der Methode Bielschowskys äusserst schwer zu sein. Die nervösen Fasern im Korium waren gut imprägniert, ebenso wie die Ranvierschen

intraepithelialen Endigungen, jedoch von Merkelschen Tastscheiben war keine Spur zu entdecken. Etwas besser gelang mir dies in den Tastballen der Katze; hier waren in den Präparaten, an einigen Stellen im Epithel, deutlich Merkelsche Tastscheiben vorhanden, die Zeichnungen sind dann auch alle von diesem Material herkömlich.

So wie auch in der Schweinsschnauzenhaut zu sehen ist, tritt nach der Basis des Epithels, worüber die Tastzellen meistens in mehreren Reihen aufeinandergeschichtet liegen, ein markhaltiger Achsenzylinder, windet sich meistens verschiedene Male, bevor er in das Epithel eindringt und verliert dann auf der Grenze von Korium und Epidermis seine Markscheide. Deutlich kann man in den Präparaten sehen, dass er aus Neurofibrillen besteht, welche zusammen zu einem Bündel vereinigt, eine Strecke weit sich zwischen die Epithelzellen hindurchschlängeln und unter einer Tastzelle in eine kelchförmige Verbreiterung übergehen. Bisweilen tritt das Nervenbündel in der Mitte des Kelches in denselben hinein und kann man deutlich eine pinselförmige Ausbreitung der Neurofibrillen sehen, so dass das Ganze die Form eines Kelchglases hat; bisweilen, und das geschieht meistens bei den Tastscheiben der zweiten Ordnung, tritt der Nervenast von der Seite in die Verbreiterung ein, so dass eine Löffelform entsteht.

Wie in allen Präparaten mehr oder weniger deutlich zu sehen ist, besteht die also gebildete Tastscheibe aus einem Netze der dort eintretenden Neurofibrillen, dessen Maschen eine runde oder mehr ovale Form zeigen. Von diesem Netze aus kann nun an einer der Seiten eine Neurofibrille oder ein Bündel derselben sich abspalten und ein wenig weiter eine zweite Tastscheibe bilden, welche wieder an einer Tastzelle liegt, wobei, was bisweilen auch der Fall ist mit Tastscheiben der ersten Ordnung, diese öfters nicht unter der Tastzelle, doch an der Seite derselben liegt. Man könnte wohl auch meinen, dass die Scheiben über der Tastzelle lägen; da aber diese sich keineswegs, weder durch die Zellform noch durch ihren Kern — dieser war nie biscuitförmig, wie Tretjakoff beobachtete — von den gewöhnlichen Epithelzellen unterschied, ist dieses sehr unwahrscheinlich. Wenn

überhaupt hier differenzierte Epithelzellen vorhanden sind, so ist es doch aus mechanischen Gründen nicht zu erklären, weshalb die Tastzelle unterhalb der Tastscheibe läge.

Die intraepithelialen Nervenbündel werden vereint durch eine hellviolett gefärbte perifibrilläre Substanz, welche allem Anschein nach auch in den Tastscheiben vorhanden ist. Einen Zusammenhang zwischen Tastzellen und Tastscheibe, wie Merkel zu sehen meinte, habe ich nicht konstatieren können; unmöglich wäre dieses jedoch nicht nach den Untersuchungen Boeke's und de Groot's [10a], die die Rand- und Achsialfaserendnetze des Eimerschen Organes als intrazelluläre Endigungen beschrieben.

In einigen Präparaten war auch eine Andeutung des zweiten von Dogiel im Jahre 1903 beschriebenen nervösen Systems vorhanden. Wie sich aus Figur 19 herausstellt, entsteht diese Faser aus einem Neurofibrillenetze, dicht unter der basalen Schicht der Epidermis gelegen. Sie zweigt sich hiervon ab und dringt in das Epithel zwischen die Tastzellen ein, wobei auf ihrem Verlaufe öfters Verbreiterungen in Ringform zu sehen sind. Dass sie ganze Tastzellen von einem Netzwerke umgeben würden, kann ich nach der unvollständigen Imprägnation dieses nervösen Systems nicht mit Bestimmtheit behaupten.

Wie oben schon bei den Meissnerschen Körperchen erwähnt wurde, habe ich noch eine Art epithelialer Tastscheiben in einem Präparat der menschlichen Haut beobachtet; dieselbe wurde gebildet von einer aus der Spitze eines Meissnerschen Körperchens austretenden Nervenfasern (Fig. 7). Bei der Nachsuche in der Literatur fand ich etwas dergleichen nicht erwähnt; zwar beschreibt Ranvier diese „terminaison hédériforme“ besonders und Dogiel erwähnt eine aus dem Meissnerschen Körperchen sich abspaltende und in die tieferen Schichten des Epithels hineindringende Nervenfasern, welche sich dann hier in verschiedene Ästchen teilt, jedoch von einer ephelblatfförmigen Endverzweigung, gesondert oder im Zusammenhang mit einem Meissnerschen Körperchen, die sich nach den oberflächlichen Schichten der Epidermis begibt, finde ich in der Literatur nichts erwähnt.

## Die Innervation der Haare und Sinushaare.

Wie schon früher bei den Untersuchungen der papillären Endorgane mitgeteilt wurde, werden die Haare und besonders die sogenannten Tast- oder Sinushaare reich mit Nerven versehen.

Aus den Untersuchungen von Arnstein [4] (1876), Bonnet [11] (1878), Merkel [48] (1880), Ranvier [53], van Gehuchten [30] und Retzius [56], mit verschiedenen Untersuchungsmethoden verrichtet, stellte sich heraus, dass an den kleinen sinuslosen Haaren der Nage-tiere Nervenendigungen vorkamen, die den ganzen Umriss des Haares entlang, gegen die Glashaut an, als Pfähle der Länge nach gelegen waren und an der basalen Seite mit der nervösen Faser zusammenhingen.

Nach Untersuchungen von van Gehuchten wird jedes Haar nur innerviert von einer einzigen Nervenfasern, welche sich von einem Achsenzylinder abzweigt, welcher durch seine Endverzweigungen bestimmt ist die Epidermis mit Nerven zu versorgen. Beim Haar angelangt, unter der Einmündung der Talgdrüse, tritt die Nervenfasern in den Folliculus pili und teilt sich dort in zwei Äste, welche in entgegengesetzter Richtung, senkrecht auf die Längsachse des Haares, ringsherum laufen, an der Begegnungsstelle nicht anastomosieren und frei enden. Von diesen zwei mehr oder weniger wagerecht laufenden Ästen gehen jetzt vertikale Ästchen ab, welche wieder in einer kleinen Anschwellung enden.

Botezat hat 1897 diese Haare mit der Methylenblau- und Chlor-goldmethode untersucht und gefunden, dass die zirkulären Fasern, welche nach Arnstein nur zum Teil das Haar umgeben und einen rudimentären Nervenring bilden, um sich leicht teilen zu können, vollständige Kreisumrisse darstellen und immer schön bei der gebrauchten Färbung hervortraten, während dies mit dem longitudinalen System nicht der Fall war. Er wiederholt später [13a] (1907) nochmals diese Untersuchungen an Präparaten nach der Methode Cajal. Da er jedoch hauptsächlich die Tasthaare berücksichtigt, werde ich daselbst näher darauf eingehen.

Auch ich untersuchte die Innervation der kleinen Haare und wohl besonders in der Haut der Maus. Wie sich überall an Durch-

schnitten, in welchen das Haar der Länge nach getroffen ist, herausstellt, treten eine oder mehrere Nervenfasern unter die Einmündung der Talgdrüse nach der Haarwurzel und teilen sich in verschiedene Äste, welche die Haarwurzel ganz oder zum Teil umgeben können, während sie sich auf ihrem Verlauf oft noch dichotomisch teilen; diese Verzweigungen können wieder mit anderen zirkulären Fasern anastomosieren und es entsteht so ein System von verschiedenen, untereinander verbundenen Ringen um das Haar herum.

Wenn diese zirkulären Fasern das Haar nur zum Teil umgeben, kehren sie an einer bestimmten Stelle mit einer Schleife um, wovon der zweite Ast wieder, parallel an den anderen Ringen, zurück läuft; jedoch ist solch eine Schleife, soweit ich habe beobachten können, nie isoliert: immer wurden Anastomosen mit anderen Fasern gebildet. Ausser diesem Ringsystem, welches also im Gegensatz mit den Untersuchungen von Arnstein und van Gehuchten und in Übereinstimmung mit den Resultaten von Botezat, als gänzlich geschlossen aufgefasst werden muss, ist noch eine andre Art Nervenendigung vorhanden, welche, wie sich aus meinen Untersuchungen herausstellt, mit der zuerst Genannten in Verbindung steht: von einer der untersten Ringfasern zweigen sich mehrere darauf senkrecht gestellte Neurofibrillen ab, welche innerhalb der anderen zirkulären Fasern gegen die Glashaut des Haares angelegen sind. Nach einem kürzeren oder längeren Verlaufe beugen sich die Fasern, was bei den gut imprägnierten Präparaten immer zu sehen ist, wieder schleifenförmig um, wobei das Knie der Schleife öfters nicht rund ist, doch einen kleinen Höcker zeigt: folgt man dem sich senkenden Aste der Schleife, so sieht man, dass dieser wieder in eine der zirkulären Fasern, jedoch eine andere als wovon er ausgegangen war, übergeht; diese zirkuläre Faser liegt immer in der Nähe der Ursprungsfaser.

Der Übergang zwischen beiden Systemen ist jedoch nicht immer deutlich zu sehen, weil der sich senkende Ast der Schleife nur zum Teil imprägniert ist und dadurch das Ganze hakenförmig gebogen scheint.

Die Höhe, worauf das Knie der Schleife liegt, ist verschieden; meistens erreicht es nicht mehr die oberste der zirkulären Fasern.

Was nun den kleinen Höcker am Knie der Schleife anbelangt, so konnte ich an verschiedenen Haaren beobachten, dass derselbe in eine longitudinale Faser übergang, die, sich umbeugend, nach kürzerem oder längerem Verlaufe wieder in eine der Fasern des zirkulären Systems auslief.

Es scheint also hier ein geschlossenes Netz von Nervenfasern zu existieren, wovon die zwei früher so scharf unterschiedenen Teile nicht voneinander isoliert sind, sondern auf verschiedene Weise verbunden werden, einesteils durch die deszendierenden Äste des vertikalen Systems, andernteils durch die von dem Kniehöcker ausgehenden Verbindungsfasern.

Die Innervation der kleinen Haare ist aber nicht so einfach, als aus obigen Untersuchungen hervorgehen würde; ich habe nur einzelne einfache sichere Tatsachen erwähnt, hoffe sie jedoch später ergänzen zu können, wenn mehr Material zu meiner Verfügung steht.

#### Sinushaare (Tasthaare).

Bei dem Studium der Haarinnervation fällt sofort die viel reichere Innervation der sogenannten Sinushaare auf, was leicht seine Erklärung in der Funktion derselben findet.

Schon 1866 beobachtete Odenius [50], dass ausserhalb der Glashaut der Sinushaare gerade Nervenfasern liefen, welche mit einer birnenförmigen Anschwellung dort endeten. Nach Arnstein [2] waren diese ein Analogon der von ihm und anderen beschriebenen nervösen Endpfehlchen an der Glashaut der gewöhnlichen Haare.

Ranvier [53] meinte zwei Arten von Nervenendigungen an den Tasthaaren unterscheiden zu müssen und zwar: 1. diejenigen, welche ausserhalb der Glashaut gelegen sind und dort spatelförmig enden und 2. solche, welche die Glashaut durchbohren, zwischen der Glashaut und der innersten Wurzelscheide liegen und dort in der äussersten Epithelschicht in einen Endapparat übergehen, welcher aus verzweigten, abgeplatteten Tastscheiben besteht, die miteinander durch dünne Nervenfädchen zusammenhängen. Diese Tastscheiben liegen unmittelbar an den früher beschriebenen Merkelschen Tastzellen der äussersten Wurzelscheide.

Ostroumov und Arnstein [5] konnten jedoch ausser diesen genannten Nervenendigungen an den Sinushaaren noch andere wahrnehmen und meinten eine scharfe Scheidung machen zu müssen zwischen epilemmaler und hypolemmaler Innervation. Vor allem meinten sie, dass die meisten Nervenfasern epilemmal endeten. Die hypolemmalen Nervenorgane beschreibend, kommen sie zu dem Entschluss, dass diese aus unter der Glashaut liegenden abgeplatteten Nervenendigungen bestehen, welche aus dünnen, eckigen, mit feinen Fasern untereinander verbundenen Plättchen bestehen. In den mit der Methylenblaumethode (Pikrinsäure — Osmiumsäure) behandelten Präparaten, zeigten die Plättchen eine netzartige Struktur.

Die epilemmalen Endigungen teilen sich in verschiedene Gruppen:

1. Die sogenannten geraden Terminalfasern, welche um den Hals des Haarsackes liegen und löffelförmig enden. Wie oben gesagt, sind diese analog mit den vorher genannten Spätelchen der sinuslosen Haare.

2. Baumförmige Endigungen, welche an der Aussenseite der Glashaut von der Papillenspitze an bis an den Hals des Haarsackes gleichmässig verteilt sind.

3. Freie, mehr oder weniger verzweigte, aber stets longitudinal verlaufende Nervenendigungen, welche an den Balken des kavernösen Gewebes liegen.

4. Ein Plexus von feinsten varikösen Nervenfasern an der Sinuswand liegend.

5. Die Vasomotoren der Gefässe des Haarsackes und der Haarpapille.

Die motorischen Nervenendigungen von der Muskulatur des Haarsackes und der selten vorkommenden Nervenendknäuel, in der Nähe des Haarsackhalses, werden nicht weiter betrachtet. Nach einer sorgfältigen Beschreibung von diesen Kategorien ziehen sie den Schluss, dass die geraden spatel- oder löffelförmigen Endfasern, welche um den Haarsack liegen, das Organ darstellen, woraus alle anderen Nervenendigungen entstehen.

1897 untersuchte Botezat [13c] ebenfalls die Innervation der Tasthaare: an der muskellosen Seite des Haarsackes befindet sich ein

dickes Nervenbündel, welches aus der Tiefe kommt und sich in mehrere Äste teilt, die auf verschiedener Höhe den äussersten Sinusrand durchdringen und entweder den Bindegewebssepta des Sinus entlang, oder sofort in die innerste Sinuswand eintreten. Hier bilden einige eine tiefere Schicht, andere eine oberflächlich gelegene Schicht, deren Fasern longitudinal nach oben verlaufen und sehr feine Anastomosen abgeben. Einige laufen nach der Glashaut zu; die meisten enden abgeplattet an dem Haarsackhals, nachdem sie sich erst gabelförmig verteilt haben. Die Fasern der tieferen Zone verzweigen sich daselbst unter Anastomosenbildung in ein strauchartiges Fasersystem, welches den untersten Teil der Wurzelscheide und die unterste Scheidenanschwellung kelchförmig umgibt.

Im Gegensatze zu den früheren Untersuchungen von Scymonowicz [62] konnte er in der Katzenhaut beobachten, dass die sogenannten Tastmenisci, welche sich den Zellen der äussersten Wurzelscheide anlegten, nicht nur an der obersten Scheidenanschwellung des Tasthaares, sondern auch in den mehr nach unten gelegenen Teilen aus den nach ausserhalb der Glashaut gelegenen Nervenfasern entstanden. Ebenso war er nicht einig mit Scymonowicz, wo dieser angibt, dass die Nervenfasern des tiefer gelegenen Flechtwerkes nicht die Glashaut durchbohren würden. Die Tastmenisci sind meistens so gestellt, dass ihre konvexe Seite nach unten und aussen gerichtet ist. Die Zellen, denen die Menisci anliegen, sind transversal gestreckt und kommen überein mit den sogenannten Merkelschen Tastzellen. Dass sie nervöser Art sind, verneint Botezat bestimmt und meint, dass sie wahrscheinlich zur Beschützung der Menisci dienen, ebenso wie die in der Schweinsschnauze vorkommenden Tastzellen.

Die Tastmenisci können verschiedener Form sein: die der Maus, des Schweines, des Kaninchens haben die Form einer Schale, die des Hundes, der Katze und Ratte sind mehr bikonvex. Botezat meint, dass die Menisci nicht das Ende der sensibelen Nerven vorstellen. Zwar nicht immer, aber doch oft konnte er beobachten, dass die Spitze eines Meniscus in eine äusserst feine, öfters unregelmässig gekrümmte, variköse Faser übergang, welche selten in grösserer Entfernung verfolgt werden konnte.

Seymonowicz hat dieses auch beobachtet, doch konnte er die Faser noch weiter verfolgen, indem sie sich wieder nach unten umbog und in einem Meniscus endete. Botezat meint jedoch eine freie Endigung der aus den Menisci abgehenden Fasern annehmen zu müssen. Der Nervenring des Haarsackhalses wird von Nerven gebildet, die von oben, also aus der Epidermis kommen.

Letztgenannter Forscher komplettiert später [13a] (1907) noch die Untersuchungen mit der Methode Cajal, die auch Tello schon vorher [69] (1905) in einer schönen Reihe Nachforschungen über die Nervenendigungen an den Haaren und anderen Organen ausgeführt hatte.

Die Befunde beider Autoren stimmen darin überein, dass die Tastscheiben eine deutliche Netzstruktur bilden, was besonders in den Zeichnungen Tellos sehr schön zu sehen ist. Die etwas dürftige Zeichnung Botezats zeigt ausserdem ein deutliches Netz in der Längsachsenfaser, aus der die Tastmenisci ihren Ursprung nehmen.

Ich untersuchte diese Art Endigungen hauptsächlich an der Lippe der Maus, wo die Sinushaare in grosser Anzahl vorkamen.

Das Haar selbst wird, wie der Name sagt, von einem Sinus umgeben, welcher zum Teil ausgefüllt wird von einem kavernösen Gewebe und zwar so, dass das Haar ringsum, sowohl an der Basis sowie auch bei der ringförmigen Ausbuchtung des innersten Sinusrandes vom dort vorhandenen Blute umspült wird; der kavernöse Teil füllt den Raum, welcher hierzwischen liegt, ganz auf. Der Sinus wird nach der Seite des Haares begrenzt von dem innersten Sinusrand, woran, nach innen zu, nacheinander die Glashaut und die äusserste Wurzelscheide des Haares liegen.

Was nun die Innervation anbelangt, so tritt ein Bündel Nerven immer, so weit ich habe beobachten können, von der Seite, durch die Aussenwand des Sinus hin, in denselben und nimmt seinen weiteren Verlauf durch das kavernöse Gewebe, indem er sich in verschiedene kleine Bündel Nervenfasern teilt, welche alle in schräger Richtung nach dem Haare zu laufen. Hier angekommen, steigen die meisten, an der Glashaut des Haares gelegen, longitudinal nach oben, indem sie untereinander durch feine Anastomosen verbunden sind. Der grösste Teil sendet, auf verschiedener Höhe, durch die Glashaut hin,

mehr oder weniger dicke Fasern, welche sich in der äussersten Schicht der Wurzelscheide verbreitern und den dort gelegenen Zellen meistens schalenförmig anliegen, ebenso wie dies bei den früher beschriebenen intraepithelialen Merckelschen Tastscheiben der Fall war.

Wie ich in der Mehrzahl meiner Präparate beobachtete, kann ich die Erfahrungen von Botezat bestätigen, dass diese Tastscheiben nicht nur in den höher gelegenen Teilen des Haares vorkommen, sondern auch in den mehr in der Nähe der Basis des Haares gelegenen Teilen.

Der Bau der Tastscheiben verhält sich dermassen, dass der eintretende Ast sich in eine Anzahl Neurofibrillen auflöst, welche durch Anastomosierung ein Netz bilden, dessen Maschen auf Schräg- und Längsschnitten des Haares meistens oval erscheinen, auf Querschnitten eine mehr langgestreckte, bisweilen vieleckige Form zeigen.

Die Scheibe selbst hat meistens im Durchschnitt eine ovale Schalenform, während sie von oben gesehen mehr eine vieleckige Form zu haben scheint. In den meisten Fällen liegt sie mit ihrer ganzen Fläche an der ganzen Unterseite der Zelle, bisweilen jedoch reichen die Ränder der Zelle weit über jene der Tastscheibe. In den meisten Fällen sind die Tastscheiben untereinander verbunden, und zwar geschieht dieses so, dass aus dem gegenübergestellten Rande des Nerveneintritts eine Faser von mehr oder weniger Dicke abgeht, welche ein Stück weiter wieder eine Tastscheibe der zweiten Ordnung bildet.

Bisweilen liegen zwei solcher Scheiben so nahe beieinander, dass sie eine Scheibe bilden, welche zwei Tastzellen zu haben scheint.

Die Tastzellen unterscheiden sich mehr oder weniger von den anderen Zellen der Wurzelscheide; öfters treten sie mehr hervor durch einen hellen Kern, manchmal dagegen scheinen sie sich nicht von der anderen zu unterscheiden.

Einen Eintritt von Nervenfasern aus der Tastscheibe in die Tastzelle habe ich nicht beobachten können.

Ausser diesem Meniskennetze habe ich auch in der longitudinalen Achsenfaser, von der die Meniskenfasern ihren Ursprung nahmen, wiederholt eine netzartige Neurofibrillenstruktur angetroffen; dieselbe

war öfters auch nur von Stelle zu Stelle vorhanden. In diesen Befunden kann ich also Botezat vollkommen beipflichten.

\*                    \*                    \*

Obige Resultate meiner Untersuchungen zeigen darauf hin, dass es — soweit dieses wenigstens mit histologischen-Untersuchungsmethoden zu erreichen und aus histologischen Bildern aufzubauen ist — allem Anschein nach als feststehend betrachtet werden darf, dass die letzte extrazelluläre Endigung des Achsenzylinders, den eine sensible Nervenfasernach der Peripherie sendet, gebildet wird von einem Netze oder einer einfachen Schleife der in dem Achsenzylinder enthaltenen Neurofibrillen.

Ich sage allem Anschein nach, und mit Vorbedacht; nicht nur die Furcht hält mich davon zurück, ein Dogma, wenn auch nicht a priori, zu formulieren, sondern auch die Erfahrung, dass die letzten Jahrzehnte eine Reihe Untersuchungen und viele Theorien hervorgebracht haben, die, wie sehr auch voneinander verschieden, doch in dem einig sind, dass sie lehren sehr auf der Hut zu sein und nicht einen endgültigen Schluss aus den mit der neuesten Technik erhaltenen Resultaten zu ziehen, die vielleicht einige Jahre später nicht mehr in das System unserer psychischen Modelle von Neurologie und Physiologie passen.

Werden wir doch überhäuft mit Theorien, aufgebaut auf mehr exakte Untersuchungen oder spekulativ am Schreibtisch hergestellt: geistreiche Redner reden für (van Gehuchten [31]), nicht minder geniale wider die Neuronentheorie (Bethe, Nissl, Apathy [6, 7, 49]); ein Anderer [9] glaubt überhaupt nicht an die nervöse Art der Neurofibrillen und will nur die perifibrilläre Substanz als leitendes Element auffassen (Bielschowsky); ein vierter ist nicht so radikal und hält perifibrilläre Substanz für das primäre leitende Element und die Neurofibrillen für sekundär daraus entstanden (Kolmer) [37].

Andere wieder können sich nicht hiermit vereinigen und bauen ein nervöses System auf physiologische Stoffwechseltheorien, mit „automatischer Reizung“ durch fortschreitende chemische Reaktionen (Schieferdecker u. Tigerstedt) [60]. Eine letzte Gruppe will verschiedene

Ansichten verbinden und schreibt der perifibrillären Substanz nicht nur die Funktion Schiefferdeckers, sondern auch eine Nahrungsfunktion als Matrix der Neurofibrillen zu (Dogiel) [20].

Und so ist es kein Wunder, dass man sich fragt, ob und welchen Standpunkt man einnehmen muss, um doch wenigstens innerhalb der Wahrscheinlichkeitsgrenzen zu bleiben.

Meiner Meinung nach ist nun eine vergleichende, histogenetische Erklärung die natürlichste und einfachste: ursprünglich sind in der noch nicht-differenzierten Zelle verschiedene Fähigkeiten vorhanden: die Zelle kann sich kontrahieren, auf Reize reagieren, as- und dissimilieren. Mit der Differenzierung tritt eine dieser Fähigkeiten hervor und kann sich ausbilden. Vor allem bei mehrzelligen Tieren ist diese Arbeitsteilung ausgeprägt; die Muskelzelle z. B. hat die Fähigkeit, sich zu kontrahieren, sehr akzentuiert, während sie jedoch keineswegs ihre anderen Fähigkeiten gänzlich verloren hat. Die Kontraktilität ist hier an bestimmte Fasern gebunden, die anscheinlich vor der Kontraktionsfähigkeit entstehen. Vergleichenderweise kann man daraus ableiten, dass auch die Fibrillen der Nervenzelle als Stromkonduktoren höherer Ordnung einige Zeit, vordem sie funktionieren, in dem Protoplasma differenziert werden, und wenn man dann auch die Arbeiten, besonders italienischer und spanischer Autoren daraufhin nachliest, findet man dieses bestätigt.

Dass das umgebende Protoplasma, in casu der perifibrilläre Stoff allein eine ernährende Funktion haben würde, ist nicht wahrscheinlich: Konduktor ist alles Protoplasma und als solches auch die perifibrilläre Substanz. Dass Schiefferdecker sich nun die elektrische Leitung als eine fortschreitende chemische Analyse oder Synthese denken will, ist weder zu befürworten noch zu bestreiten: wenn wir von elektrischer Leitung sprechen und von Kontakt, so befinden wir uns schon in der gewöhnlichen Physika, auf dem Territorium der hypothetischen Modelle; bringen wir nun diese hypothetische Vorstellung noch auf ein zweites Subjekt über, dessen elektrische Leitung sogar nur als eine hypothetische Vergleichung besteht, so hypothetisieren wir auf einer Hypothese, was selbstverständlich den Tatsachen nicht zu entsprechen braucht. Denken wir doch bei der elektrischen

Leitung an ein mehr oder weniger gleichendes Modell der Vorgänge, und ob man sich nun die Konduktion als eine Bewegung isolierter Molekülen oder als eine Umsetzung und dabei eingeschlossener Bewegung der Molekülen gegenseitig vorstellt, tut an sich selbst nichts zur Sache.

Der Schwerpunkt liegt nicht hierin, sondern in zwei anderen Fragen: *ist die Neurofibrille wirklich das leitende Element und zweitens: liegen die Endnetze extrazellulär?*

In den Nervenendorganen hat man schon früher mit den Goldchlorid- und Methylenblauethoden ein verwickeltes System mit Anschwellungen besetzter Nervenfasern gefunden und es ist aus der Funktion des Organes, das doch, wie allgemein anerkannt, eine bestimmte Empfindung übermittelt, wohl zu erklären, weshalb eine so grosse Anzahl Fasern in solchem Endorgane vorhanden sind. Vergrösserung der rezipierenden Oberfläche bringt selbstverständlich ein grösseres Empfindungsvermögen mit sich.

So lässt sich das zuerst von Dogiel und nachher von anderen und mir beobachtete Neurofibrillennetz in den verschiedenen Nervenendorganen deuten als eine Vergrösserung der Rezeptionsoberfläche mittels netzartig verflochtener Neurofibrillen, die in dem zellulipetalen Achsenzylinder nur in einer geringen Anzahl vorhanden sind.

Und es ist gerade diese Netzbildung an der Peripherie, die mehr für als gegen das Leitungsvermögen der Neurofibrillen spricht.

Was die zweite Frage anbelangt, so ist diese nicht ohne weiteres zu entscheiden. Um dieses zu erläutern, füge ich einiges ein über die Imprägnation der Methode Bielschowskys und ihre Vollkommenheit.

Wie bekannt, ist die Meinung der Autoren über die Endigung der Neurofibrillen in der zentralen Nervenzelle geteilt. Bethe glaubt, dass sie in der Zelle enden, nach Simarro durchziehen sie die Zelle, ohne ihre Individualität zu verlieren, andere meinen in der Zelle ein Netz zu sehen, aber sind nicht einig über die Struktur dieses Netzes; Donaggio gibt zu, dass einzelne Neurofibrillen unabhängig bleiben, schreibt aber anderen eine Netzbildung mit polygonalen Maschen zu; Rossi sieht ein sehr feinmaschiges Netz; Cajal unterscheidet verschiedene Arten: in den sogenannten fusiformen Zellen behalten die Neuro-

fibrillen ihre Individualität; in anderen, den sogenannten multipolären Zellen, gehen die Fibrillen bei ihrem Eintritte schon in ein Netz unregelmässiger Maschen über. Bielschowsky endlich beobachtete meistens, dass die Fibrillen frei in dem Zellenkörper endeten. Es ist nun das Verdienst Legendres [44], den Ursachen der verschiedenen Imprägnation an den einzelnen Präparaten nachgeforscht zu haben: wie bei allen Silberimprägnationen tritt auch hier eine Zone von Hyperimprägnation auf; in dieser ist deutlich zu sehen, dass die Nervenzellen dunkelschwarz gefärbt sind, ohne dass eine feinere intrazelluläre Struktur zu sehen ist: ein vollkommenes Golgibild. In einer Zone, mehr nach der Mitte, ist die Zelle weniger imprägniert und zeigt eine Anzahl dicker Fibrillen, welche von einem Ausläufer nach dem andern die Zelle durchziehen und nur eine kleine Anzahl Anastomosen für die benachbarten Fibrillen abgeben; ausser diesen dicken Fibrillen kommen auch noch dünnere vor, und Legendre meint, dass Cajal, auf diese Bilder abgehend, die intrazellulären Neurofibrillen in primäre und sekundäre geschieden hat. In diesen Zellen ist weiter zu beobachten, dass einige Neurofibrillen ein dornartiges Aussehen haben, was ohne Zweifel verursacht wird durch unvollkommene Imprägnation der Anastomosen. Auch ist öfters in der Zelle, konzentrisch um den Kern herum, ein dichtes Netzwerk zu sehen, wovon die Maschen allmählich nach der Peripherie der Zelle zu grösser werden und langgestreckt nach den Ausläufern konvergieren; in diesen sieht man deutliche Neurofibrillen.

Endlich beobachtet man auf der Grenze der Imprägnation Zellen, welche ein äusserst feinmaschiges Netz zeigen, das viel Ähnlichkeit hat mit dem von Donaggio abgebildeten Netze. Legendre fragt sich nun, wie die verschiedenen Bilder zu deuten sind: Entweder geben die Bilder die wahre Struktur; oder sie werden verursacht durch die mehr oder weniger treue Wiedergabe derselben Struktur. Er meint das letzte annehmen zu müssen. Es könnte möglich sein, wie auch schon Cajal vorausgesetzt hat, dass alle diese Bilder ein spongioplasmatisches Netz darstellen, dichter in der perinukleären Zone, loser in der Peripherie der Zelle, welches im Zusammenhange steht mit den Neurofibrillen der Ausläufer. Die Variation von Imprägnations- und Re-

duktionsverfahren gibt ein mehr oder weniger genaues Bild dieses Netzes: bisweilen ist die Absetzung des Silbersalzes grob, bisweilen sehr fein geraten, so dass ein mehr vollkommenes Bild der intrazellulären Struktur entsteht. Legendre schliesst jedoch mit der Warnung, dass Irrtümer auf Grund von Silber-Imprägnation-Bildung bei einem so delikaten Gewebe wie die nervöse Zelle schwer zu verhüten sind.

Aus diesen Untersuchungen geht hervor, dass die Methode Bielschowskys bei Überimprägnation ebenfalls das Zellprotoplasma färbt und auch den perifibrillären Stoff der Ausläufer. Lässt man die Imprägnation kürzer dauern, so tritt in der Nervenzelle ein mehr oder weniger deutliches Netz hervor.

Wenn Cajal von spongioplasmatischem Netze spricht, so meine ich annehmen zu müssen, dass er hier die allgemeine protoplasmatische Struktur der Zelle im Auge hat: die Cajalschen Bilder der Nervenzellen geben jedoch ein ganz anderes Bild als die gewöhnliche „Wabenstruktur von Bütschli“. Will man diese Struktur für die zentrale Zelle annehmen, so ist nichts dagegen, diese auch auf den peripheren Teil, die Endnetze, überzubringen und diese Netzstrukturen der Empfangsstation des sensibelen Reizes als spongioplasmatisch anzunehmen. Vergleicht man z. B. die Struktur der Endanschwellungen des Vater-Pacimischen Körperchens (Figur 5 und 6), so würde diese auch mit dem darin anwesenden sehr feinen Netze dafür durchgehen können.

Wie dem sei, wir kommen zum Endresultat, dass die Methode Bielschowsky bei verschiedener Dauer der Imprägnation verschiedene Bilder zeigt, und das nicht nur im zentralen Organe, sondern auch im peripheren Teile unseres Nervensystemes, ebenso wie dies ja auch mit der Methode Cajal der Fall ist: sehen wir doch bei Überimprägnation günstigen Falles in einem Körperchen Golgi-Mazzonis (Fig. 15) noch ein zweites Netz von Fasern die zentrale Faser umgeben, das sonst nie zu sehen ist. Und nicht nur das: es scheint eine gewisse Prädilektion für besondere Organe zu bestehen: regelmässig trifft man gut imprägnierte Meissnersche Körperchen an, aber von den andersartigen Endorganen ist öfters nichts zu entdecken; ferner tritt auf sehr einzelnen Stellen das Merkelsche Tastzellensystem hervor, während alle

anderen Stellen des Epithels diese Endorgane nicht zeigen und selbst bei genügender Imprägnation erhält man nur Andeutungen des besonderen zweiten nervösen Systems, das von Dogiel bei den meisten Endorganen mit der Methylenblaumethode beobachtet wurde.

Nach alledem wird es wohl deutlich sein, dass die Frage, ob das Tastnetz übergeht in ein Netz innerhalb der Tastzelle, mit der Methode Bielschowsky nicht ohne weiteres an den Endorganen des Koriums zu entscheiden ist: in den Präparaten der Grandry'schen Körperchen war öfters ein Übergang des Tastnetzes in die protoplasmatische Struktur der Tastzelle offenbar zu sehen, bei den anderen Endorganen war von alledem nichts zu beobachten.

Jedenfalls sind die Nachforschungen, was diesen Punkt betrifft, noch nicht als abgeschlossen zu betrachten, obgleich wir der Frage wohl näher getreten sind durch die Arbeit Boekes und de Groot's [10a], die an Präparaten des Eimerschen Organes nach der Methode Bielschowskys hergestellt fanden, dass die Neurofibrillennetze der Randfasern, nachdem sie die mehr oberflächlichen Epithelzellen erreicht hatten, in dieselben eindringen, während die tiefer gelegenen netzartigen Anschwellungen noch ausserhalb der Zellen lagen und erst später, wenn sie ebenfalls in den oberflächlichen Schichten angelangt waren, dasselbe taten.

September 1908.

## Erklärung der Figuren.

Alle Figuren sind hergestellt mittels des Zeichenprismas nach Zeiss-Abbe. Okular 4. Achromat-Immersion  $\frac{1}{12}$  (Zeiss). Tubuslänge 160 mm.

- Fig. 1. Grandryisches Körperchen. Querschnitt. Wachshaut der Ente. *a* = Kapselzelle. *b* = eintretender Achsenzylinder. *c* = Tastzelle; in der Mitte derselben unter dem Nervenetze der Kern.
- Fig. 2. Grandryisches Körperchen. Längsschnitt. Wachshaut d. Entenschnabels.
- Fig. 3. Herbstsches Körperchen. Superimprägation. Ibidem. *a* = eintretender Achsenzylinder. *b* = perifibrillärer Mantel. *c* = perifibrilläre Kuppe. *d* = stark imprägnierte Endanschwellung. *e* = oberhalb der Kapsel gelegene Bindegewebszelle.
- Fig. 4. Herbstsches Körperchen. Normale Imprägation. Ibidem. In der Endanschwellung *e* ist deutliche Schleifenbildung zu sehen.
- Fig. 5. Vater-Pacinisches Körperchen. Längsschnitt. Mesenterium der Katze. *a* = zentraler Achsenzylinder. *b* = Kapsel. *c* = Endnetz mit Netzen zweiter Ordnung.
- Fig. 6. Idem. idem. ibidem. *a* = zentraler Achsenzylinder. *b* = Endnetz. *c* = eiförmiges Gebilde mit körnigem Inhalt (Kolbenzelle nach Botzatz!) und Andeutung eines randständigen Netzes.
- Fig. 7. Meissnersches Körperchen. Fingerkuppenhaut. Mensch. *a* = das unterimprägnierte Endorgan. *b* = stratum germinativum der Epidermis. *c* = epheuartige Nervenendigung.
- Fig. 8. Meissn. Körperchen. Ibidem. Querschnitt. *a* = deutlicher Endkolben.
- Fig. 9. Meissn. Körperchen. Ibidem. Längsschnitt. *a* = vieleckige Anschwellung des Achsenzylinders. *b* = Kerne der Tastzellen. *c* = Endnetz in Knopfform.
- Fig. 10. Idem. ibidem. idem. *a* = eintretender Achsenzylinder mit netzartiger Struktur. *b* = Bindegewebskapsel. *c* = extrakorpuskuläre Nervenendigung nach der Art eines Dogielschen Körperchens. Die Umriss der Tastzellen nähern sich der Wirklichkeit an.
- Fig. 11. Idem. ibidem. Querschnitt. Vieleckiges Nervenetz.
- Fig. 12. Idem. ibidem. idem. *a* = Nervenast. *b* = Bindegewebszelle.
- Fig. 13. Kompliziertes Körperchen von Golgi-Mazzoni. *a* = eintretende Achsenfaser mit netzartigen Verbreiterungen.
- Fig. 14. Einfaches Körperchen von Golgi-Mazzoni mit birnförmiger Endanschwellung, in welcher das Netz nur an der Peripherie liegt, während das Innere der Anschwellung gebildet wird von einer dunkelgefärbten, nahezu homogenen Substanz.

- Fig. 15. Körperchen von Golgi Mazzoni. Tastballen. Katze (wie auch Fig. 13 und 14). *a* = zentraler Achsenzylinder. *b* = zweites nervöses System.
- Fig. 16. Körperchen von Dogiel. Längsschnitt. Fingerkuppenhaut. Mensch. *a* = kettenartige Nervenfasern mit netzartigen Anschwellungen.
- Fig. 17. Intraepitheliale Nervenfasern (Ranvier). Schnauze v. Schwein. *a* = Epithelzellen.
- Fig. 18. Idem. ibidem.
- Fig. 18a. Idem. Wachshaut. Entenschnabel.
- Fig. 19. Merksche intraepitheliale Tastscheiben. *a* = Achsenfasern der Tastscheibe. *b* = zweites System intraepithelialer Fasern (Dogiel).
- Fig. 20. Tastscheiben und -zellen eines Tasthaares der Maus. Schrägschnitt. *a* = Zellen der äusseren Wurzelscheide. *b* = Glashaut.
- Fig. 21. Idem. ibidem. Schrägschnitt.
- Fig. 22. Längsschnitt eines gewöhnlichen Haares. *a* = Haar. *b* = Talgdrüse. *c* = äussere Wurzelscheide und Glashaut. *d* = zirkuläre Nervenfasern. *e* = longitudinale Nervenfasern.
-



## Literaturverzeichnis.

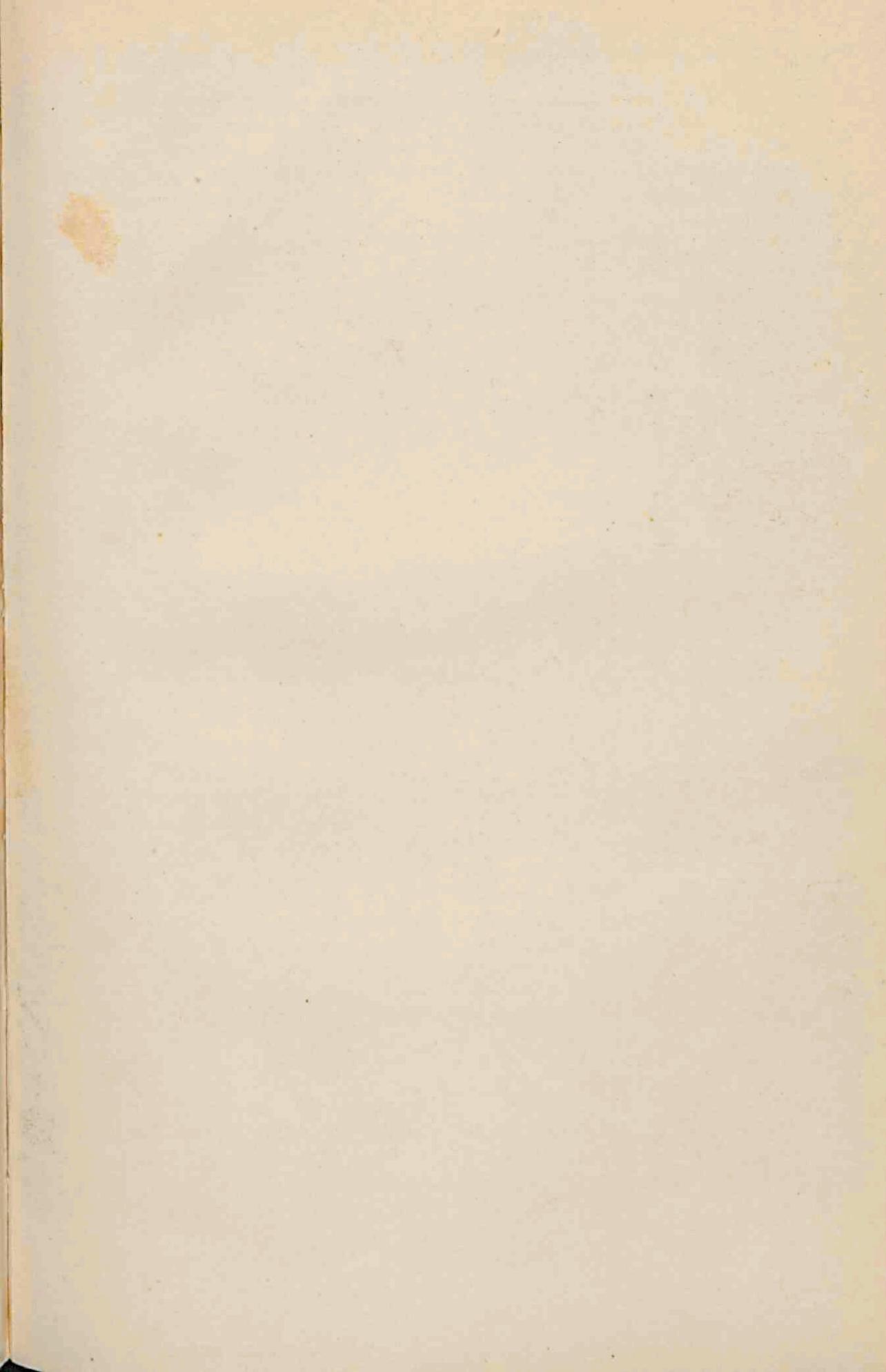
---

1. Apathy, Das leitende Element des Nervensystems. Mitteil. d. Zool. Stat. in Neapel. Bd. 12. 1897.
2. —, Anat. Anz. 1902.
3. Arnstein, Die Nerven der Sinushaare. Anat. Anz. X.
4. —, Die Nerven der behaarten Haut. Wiener Sitzungsberichte. LXXIV, 3. Abt. 1876.
5. Ostroumow u. Arnstein, Die Innervation der Tasthaare. Anat. Anz. X.
6. Bethe, Allg. Anat. u. Phys. d. Nervensyst. 1903.
7. —, Deutsche med. Wochenschrift. Jahrgang 30, Nr. 33.
8. Bielschowsky, Neurol. Centralblatt XXII und Journal f. Psychologie u. Neurologie IV, 5/6. 1903.
9. —, Die histologische Frage der Neuronentheorie. Journal für Psychiatrie und Neurologie. Bd. 5.
- 9a. —, Über sensible Nervenendigungen in der Haut zweier Insectivoren. Anat. Anz. Bd. XXXI, 7. 8.
10. Blix, Experimentelle Beiträge zur Frage der specif. Energien der Hautnerven. Zeitschr. f. Biologie. Bd. XX u. XXI.
- 10a. J. Boeke en de Groot. Physiologische Regeneratie van neurofibrillaire eindnetten. Verslag der Afd. Wis- en Natuurkunde. Bl. XVI. A°. 1907/8.
11. Bonnet, Studien über die Innervation der Haarbälge der Haustiere. Morphol. Jahrbuch. Bd. 4. 1878.
12. —, Über die Merckelschen Tastzellen in der Haut. Ges. f. Morph. u. Phys. in München. Ärztl. Intelligenzblatt. XXXII. Jahrg. München 1885.
13. Botezat, J. J. Vers. d. Deutsche Nat. u. Ärzte. Die sensibelen App. u. d. Geschmacksknospen der Vögel.
- 13a. Eng. Botezat, Die fibrilläre Struktur von Nervenendapparaten in Hautgebilden. Anat. Anz. Bd. XXX. 13 u. 14.
- 13b. —, Beiträge zur Kenntnis der Nervenenden in der Mundschleimhaut. Anat. Anz. Bd. XXXI. 21. 22.
- 13c. —, Die Nervenendigung an den Tasthaaren der Säugetiere. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 50. 1897.
14. Cajal, Zeitschr. f. wiss. Micr. 1904.
15. Crevatin, Di alcune forme di corpuscoli pervosi del connetivo sottocutaneo e della loro struttura. Bologna 1900.
16. Dogiel, Die Nervenendigung in der Haut der äusseren Genitalorgane der Menschen. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XLI.
17. —, Zur Frage über den Bau der Herbstschen Körperchen und die Methyleneblau-Fixierung nach Bethe. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 66.
18. —, Die Nervenendigungen im Meissnerschen Körperchen. Intern. Mon.-Schr. f. Anat. u. Phys. Bd. IX.

19. Dogiel, Die Nervenkörperchen in der cornea und conjunctiva bulbi. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXXV.
20. —, Der fibrilläre Bau der Nervenendapparate in der Haut des Menschen und der Säugetiere und die Neuronentheorie. Anat. Anz. XXVII.
21. —, Die Nervenendigung im Lidrande und in der Conjunctiva palp. des Menschen. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XLIV.
22. —, Die Nervenendigung in Tastkörperchen. Arch. f. Anat. u. Physiol. Anat. Abt. 1891.
23. Dogiel u. Willainen, Die Beziehungen der Nerven zu den Grandry'schen Körperchen. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 67. 1900.
24. Dogiel, Über die Nervenendapparate in der Haut der Menschen. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 75. 1903.
25. —, Über die Nervenendigungen in den Grandry'schen und Herbst'schen Körperchen im Zusammenhange mit der Frage der Neuronentheorie. Anat. Anz. Bd. 25. 1904.
26. Dostoiewsky, Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXVI. 1886.
27. Fischer, Über den Bau der Meissn. Körperchen. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XII. 1876.
28. Flemming, Arch. f. mikr. Anat. Bd. XIX. 1881.
29. Geberg, Innervation der Gaumenhaut bei Schwimmvögeln. Internat. Monatsschr. f. Anat. u. Physiol. Bd. X, pag. 205. 1893.
30. v. Gehuchten, Contribution à l'étude de l'innervation des poils. Anat. Anz. VII. 1892.
31. —, L'état actuel de la doctrine des neurones. Ned. Tydschr. v. Gen. 1905.
32. Grandry, Recherches sur les corpuscules de Pacini. Journal de l'anatomie, pag. 393. 1869.
33. Hesse, Über die Tastkugeln des Entenschnabels. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1887.
34. Izquierdo, Beiträge zur Kenntnis der sensiblen Nerven. Diss. Strassburg 1879.
35. Key u. Retzius, Studien i. d. Anatomie des Nervensystems. II. 1876.
36. v. Kölliker, Handbuch der Gewebelehre des Menschen. 6. Aufl. 1889.
37. Kolmer, Das Verhalten der Neurofibrillen an der Peripherie. Anat. Anz. XXVII. 1905.
38. Krause, Arch. f. mikr. Anat. Bd. XIX, pag. 53. 1881.
39. —, Arch. f. mikr. Anat. Bd. XIX. 1881.
40. —, Nachträge zur allgemeinen u. mikroskopischen Anatomie. pag. 133. Hann. 1881.
41. Kultschysky, Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXIII. 1884.
42. Langerhans, Arch. f. mikr. Anat. Bd. IX, pag. 735.
43. —, Über die Nerven der menschlichen Haut. Virchows Archiv. Bd. XLIV. 1868.
44. Legendre, Sur divers aspects de neurofibrilles intracellulaires obtenus par la méthode de Bielschowsky. Anat. Anz. XXIX. 13/14.
45. Meissner u. Wagner, Göttinger Nachrichten. 1852.
46. Merkel, Tastzellen u. Tastkörperchen bei den Säugetieren und beim Menschen. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XI. 1875.
47. —, Tastzellen der Ente. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XV. 1878.
48. —, Über die Endigung der sensiblen Nerven in der Haut der Wirbeltiere. Rostock 1880.
49. Nissl, Die Neuronenlehre und ihre Anhänger. Jena 1903.
50. Odenius, Beiträge zur Kenntnis des anatomischen Baues der Tastaare. Arch. f. mikr. Anat. Bd. II. 1866.
51. Pacini, Nuovi organi scoperti nel corpo umano. Pistoja. 1840.

52. Ramström, Huru star antagandef af de lamellösa nervönd kropparnas funktion som trycksinnesorgan tillsammans med kända anatomiska förhållanden. I De Meissnerska kropparna. 1906.
53. Ranvier, *Traité technique*. 1875.
54. —, De la terminaison des nerfs dans les corpuscules du tact. *Comptes rendus* 1877 tome LXXXV, p. 1020.
55. —, Nouvelles recherches sur des corpuscules de tact. *Comptes rendus de l'académie de sciences*. Paris 1880.
56. Retzius, *Biol. Unters. neue Folge*. Bd. VI. 1894.
- 56a. —, Über die Nervenendigung an den Haaren. *Biolog. Unters.* Bd. 4. 1892.
57. Ruffini, Di un nuovo organo nervoso terminale e sulla presenza dei corpuscoli Golgi-Mazzoni nel connetivo sutto-cutanes dei polpastrelli della dita dell' uomo. Roma 1894.
58. —, Sulla presenza di nuove forme di terminazione nervosi nello strato papillare e subpapillare della cute dell' uomo con un contributo allo studio della struttura dei corpuscoli di Meissner. Siena 1898.
- 58a. —, Le fibrille nervose ultraterminali nella terminazioni nervose di senso e la teoria dell neurone. *Revista di pathologia nervosa e mentale*. Firenze 1900.
59. Sala, Untersuchungen ü. die Struktur der Pac. Körperchen. *Anat. Anz.* XVI. 1899.
60. Schiefferdecker, Über die Neuronen und die interne Sekretion. *Sitzungsber. Niederrh. Ges. f. Natur- u. Heilk.* Bonn, Sitzung 23. Oktober 1905.
61. Scymonowicz, Beiträge zur Kenntnis der Nervenendigungen und Hautgebilde. *Arch. f. mikr. Anat.* Bd. XLV. 1895.
- 61a. —, Über Bau und Entwicklung der Nervenendigungen in der Schnauze der Schweine. *Arch. f. mikr. Anat. u. Entw.* Bd. XLV, p. 624—641. 1895.
62. —, Die Nervenendigungen i. d. Tasthaaren. *Arch. f. mikr. Anat. u. Entw.* Bd. XLV.
63. —, Beiträge zur Kenntnis der Nervenendigungen in Hautgebilden. *Arch. f. mikr. Anat.* Bd. XLV. 1895.
64. —, Über den Bau und die Entwicklung der Nervenendigungen im Entenschnabel. *Arch. f. mikr. Anat.* Bd. XLVIII. 1895.
65. Sfameni, Di una particolare reticella nervosa amielinica esistente di corpuscoli del Grandry. Torino 1900.
66. —, Contributo alla conoscenza delle terminazioni nervosi negli organi genitali esterni e nel capezzello della femina. *Monit. Zool. Ital.* XII. 1901.
67. Smirnoff, Über Endkolben in der Haut der Planta Pedis und über die Nervenendigungen in den Tastkörperchen des Menschen und im besophagus des Frosches. *Internat. Monatsschr. f. Anat. u. Phys.* Bd. X.
68. Sokoloff, Zur Frage über die Endigungen der Nerven in den Vat.-Pac.-Körperchen. *Anat. Anz.* XVI. 1899.
69. Tello, Terminaciones sentivas on los pelos y otros organos. *Trab. lab. d. invest. biol. Univ. Madrid.* T. 4. Fasc. 1/2. 1905.
70. Timofend, *Anat. Anz.* XI. 1895.
71. Tomsa, *Wien. mediz. Woch.* 1805.
72. Tretjakoff, Zur Frage der Nerven der Haut. *Zeitschr. f. wiss. Zool.* Bd. 71. 1902.
73. Vater, *Diss. de consensu partium corporis humani.* Vitemburgae 1741.
74. Waldeyer, *Arch. f. mikr. Anat.* Bd. XI. 1875.
75. —, *Arch. f. mikr. Anat.* Bd. XVII. 1879.

Buchdruckerei Richard Hahn (H. Otto) in Leipzig.



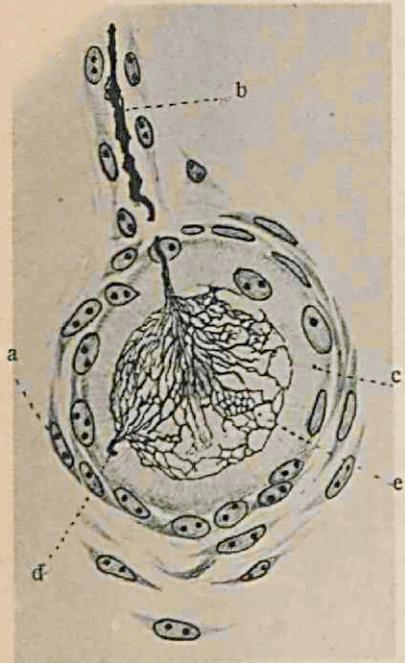


Fig. 1



Fig. 2

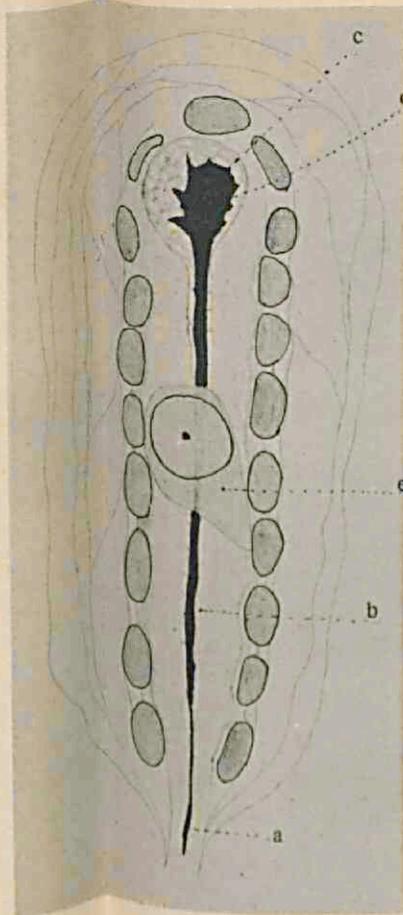


Fig. 3

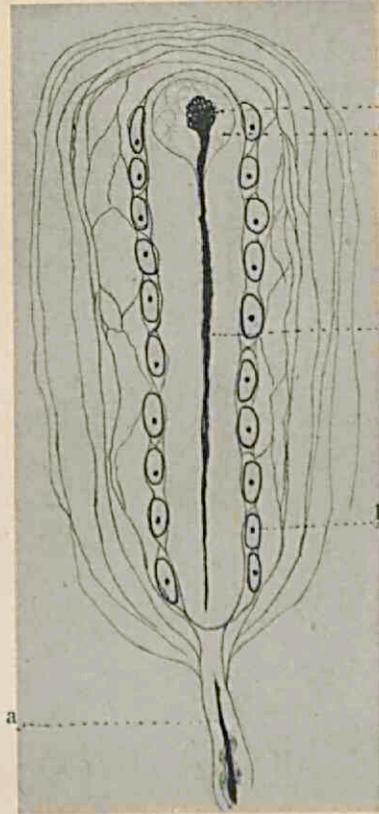


Fig. 4

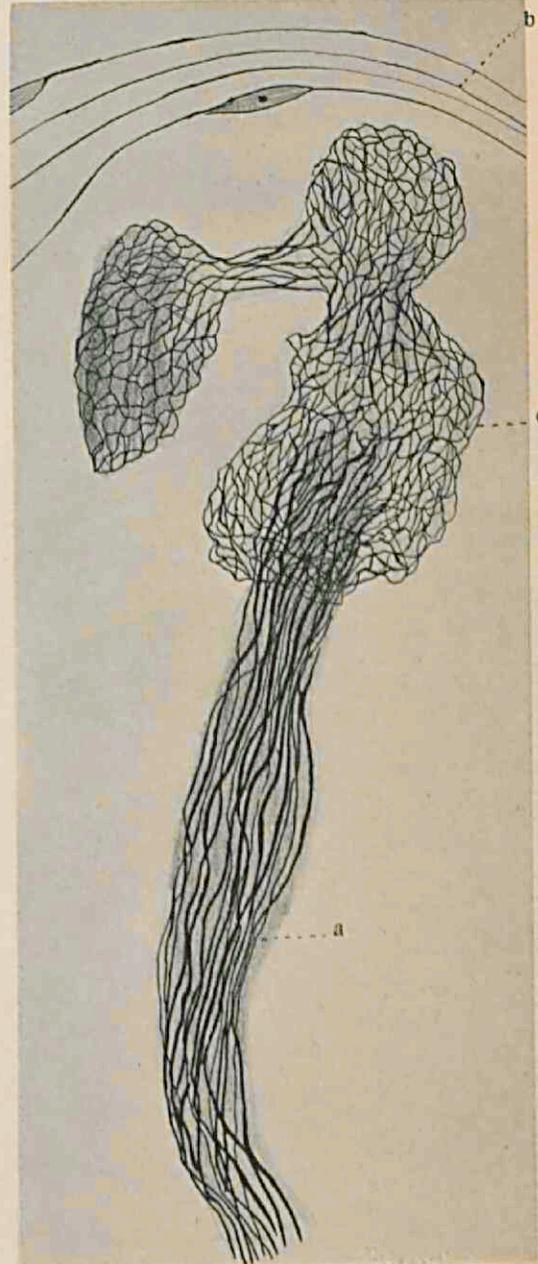


Fig. 5

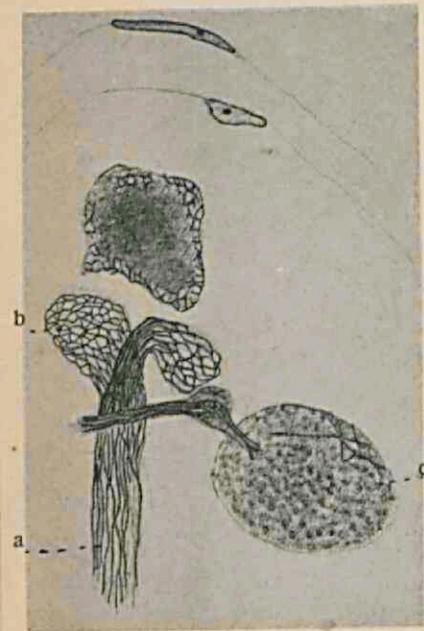


Fig. 6

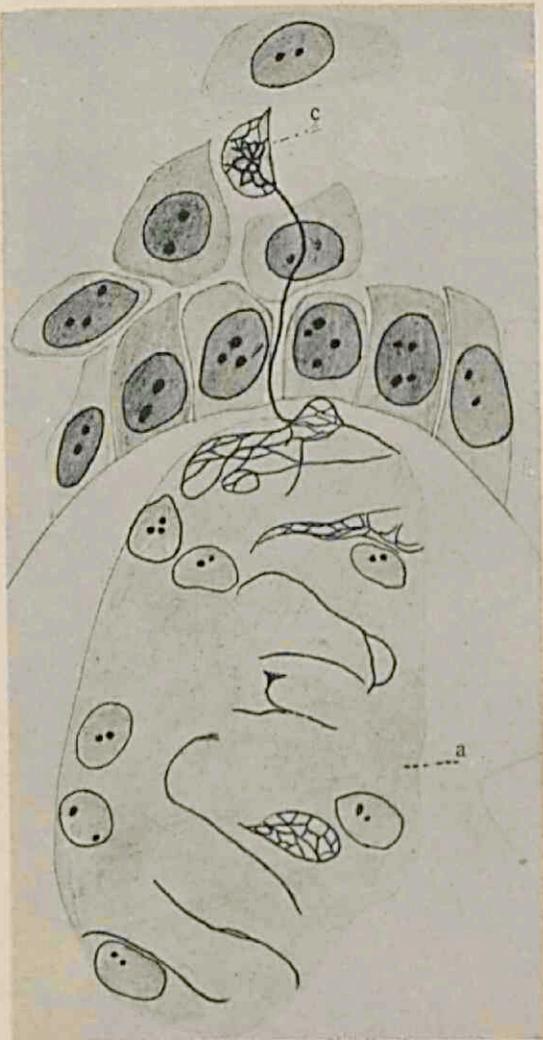


Fig. 7

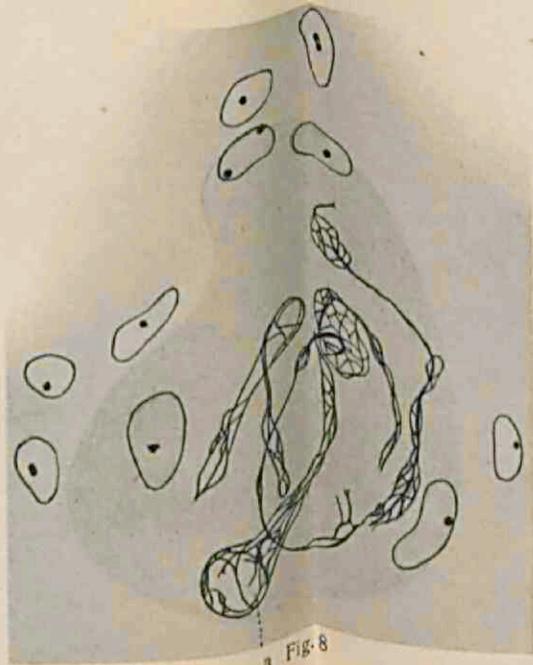


Fig. 8

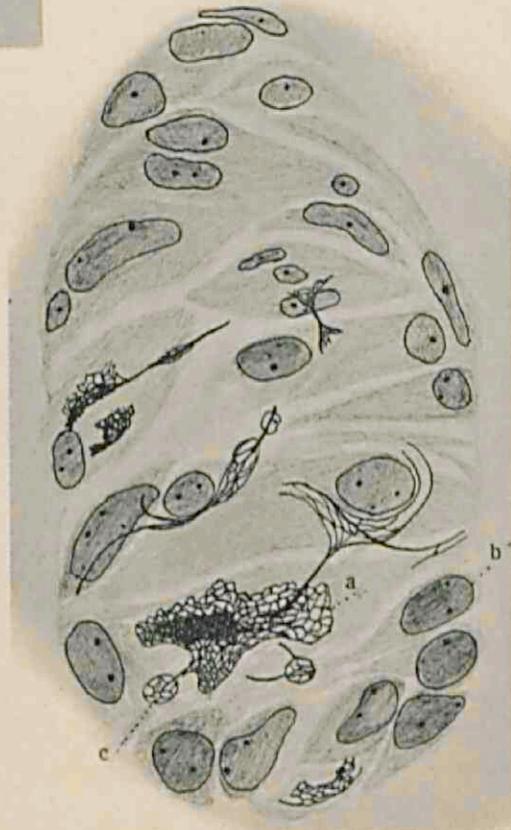


Fig. 9

E. v. d. V. ad nat. del.



Fig. 10

*E. v. d. V. ad nat. del.*

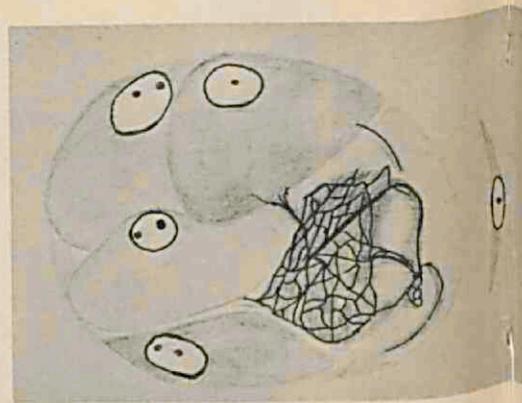


Fig. 11

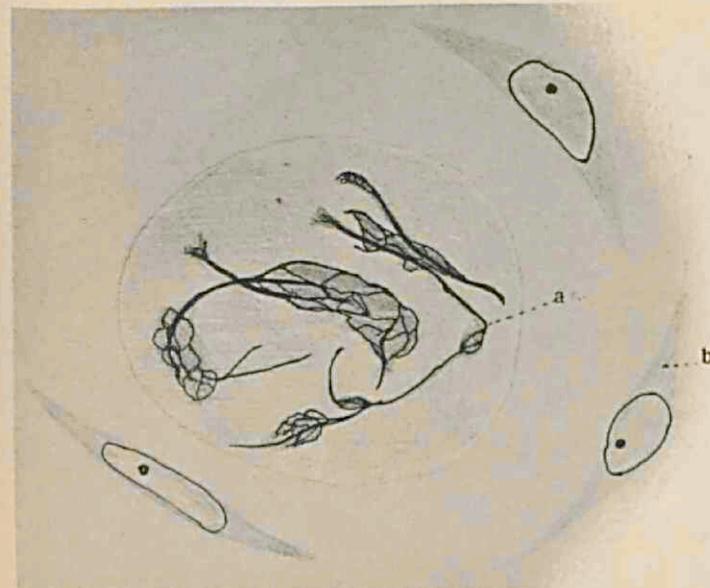


Fig. 12

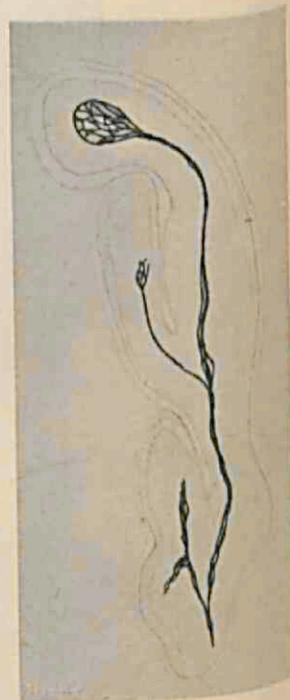


Fig. 14

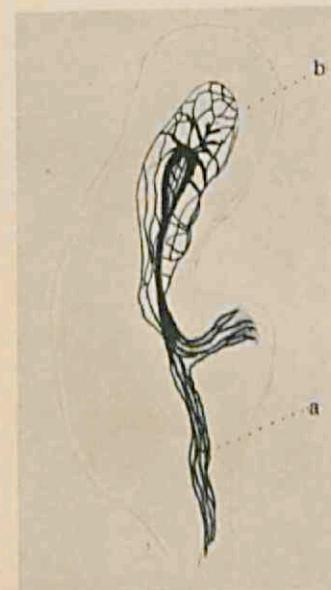


Fig. 15

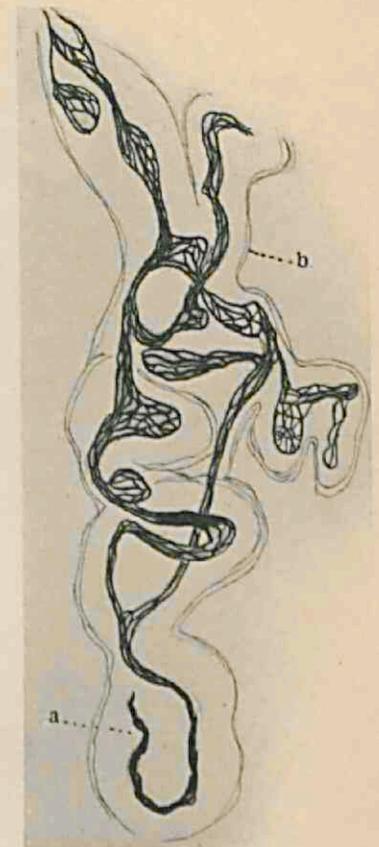


Fig. 13



Fig. 16

Van de Velde. Die fibrilläre Struktur der Nervenendorgane.

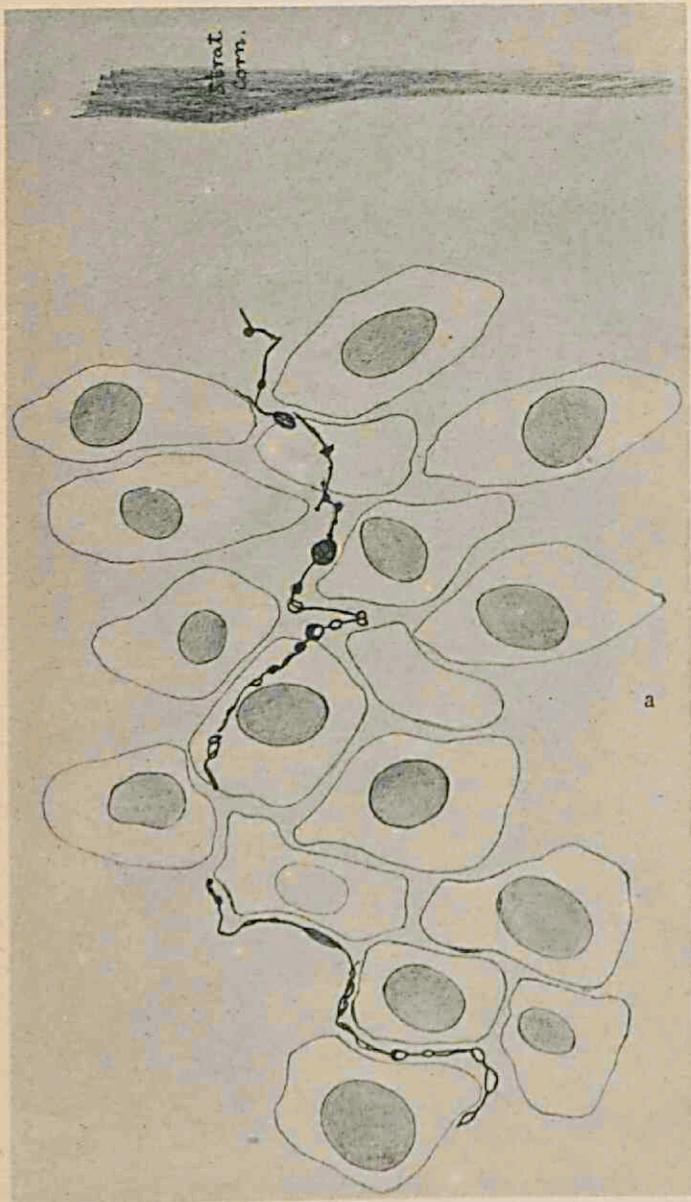


Fig. 17

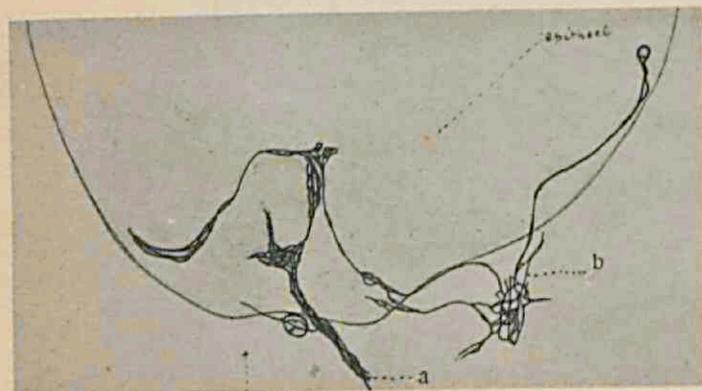


Fig. 19

E. v. d. V. ad nat. del.

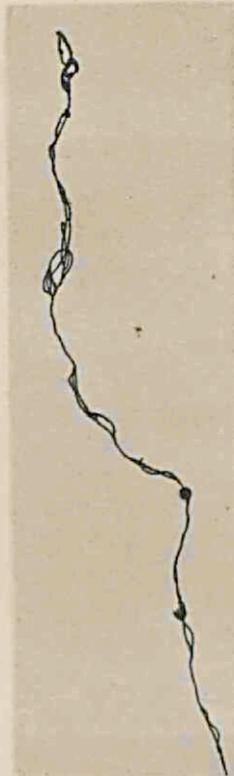


Fig. 18

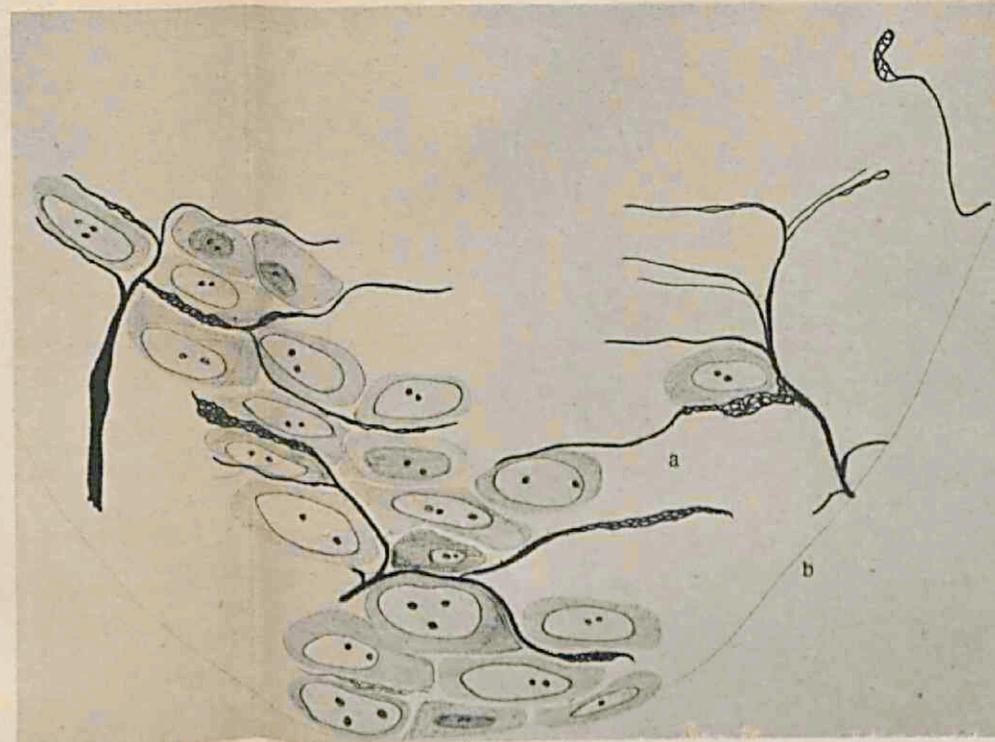


Fig. 21

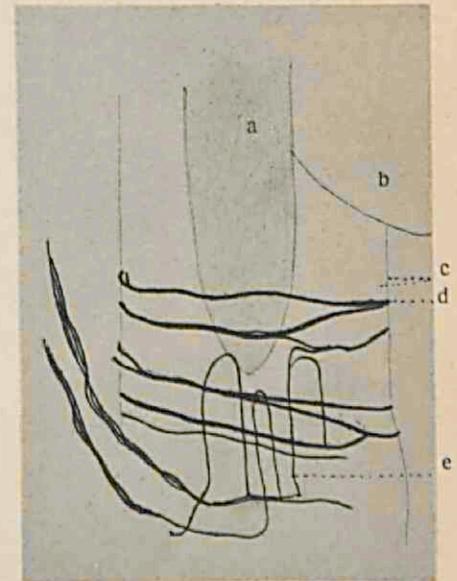


Fig. 22

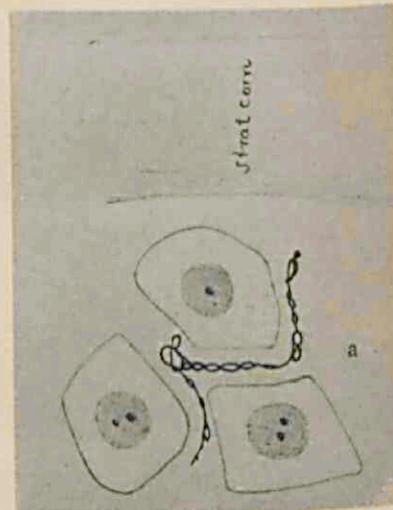


Fig. 18a

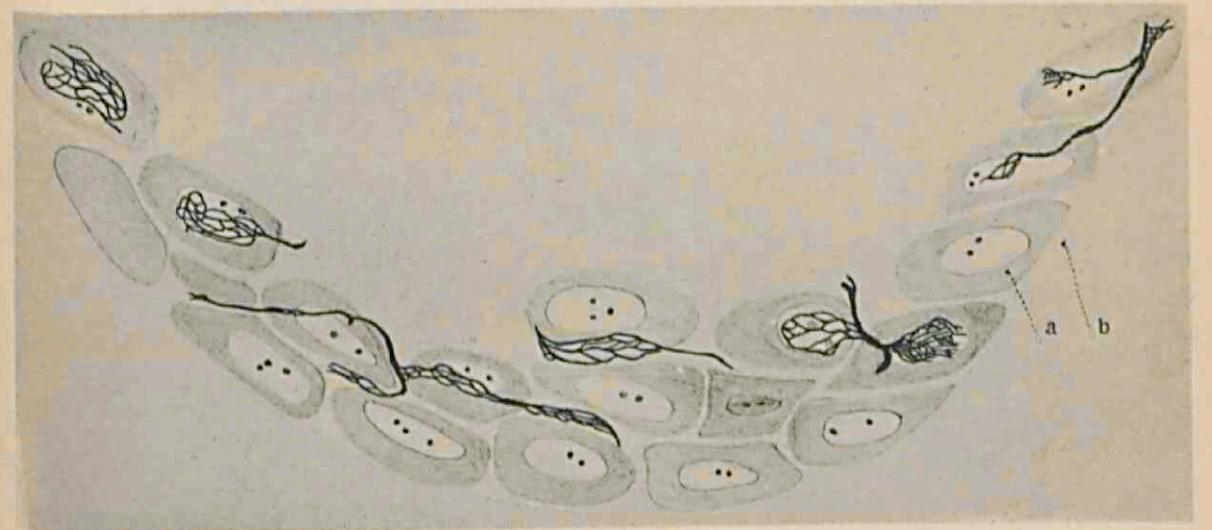


Fig. 20

Van de Velde. Die fibrilläre Struktur der Nervenendorgane.

## Stellingen.

I.

De laatste perifere eindiging van eene sensibele of motorische zenuwvezel wordt gevormd door een netwerk of eene eenvoudige lis van de in den ascylinder aanwezige neurofibrillen.

II.

De uitbreiding van het percipieerende zenuwoppervlak aan de periferie door middel van de eindnetten is een krachtige steun voor de opvatting, dat de neurofibrillen de nerveuse geleiders van het zenuwstelsel zijn.

III.

De resultaten der zilver-impregniemethodes in de neurologie, zijn, wat de volledige demonstratie van het nerveuse stelsel betreft, met voorzichtigheid te aanvaarden.

IV.

De hoeveelheid kreatinine in de Urine is als maatstaf te beschouwen van het verbruik van eiwit door de levende cellen van het organisme.

V.

Het dierlijk organisme is in staat uit de splitsingsproducten der eiwitstoffen, die in het darmkanaal door zoo volledig mogelijke hydrolyse ontstaan, andere soorten eiwitstoffen, die het voor zijn bestaan noodig heeft, op te bouwen.

## VI.

De werking van den alcohol op de maagsecretie geschiedt door middel van de bloedbaan.

## VII.

Verwijdering van een peritonitisch exsudaat is onder alle omstandigheden, van welken aard het exsudaat ook zij, geïndiceerd.

## VIII.

Urobilinurie is steeds terug te voeren op een aandoening der levercellen.

## IX.

Het is niet noodzakelijk noch wenschelijk, dat lijders aan zg. open tuberculose in het gezin en in het ziekenhuis afgezonderd worden.

## X.

Zoowel bij genezen manie als bij hysterie is het huwelijk af te raden. Het werkt noch prophylactisch in het eerste, noch genezend in het tweede geval.

## XI.

Het is wel als zeker aan te nemen, dat de progressieve paralyse steeds het gevolg is van eene voorafgaande luetische infectie.

## XII.

De zijdelingsche episiotomie bij dreigende ruptura perinei is af te keuren, kunstmatige verlenging van de beginnende ruptuur om den sphincter ani externus heen aan te bevelen.

## XIII.

Ook in aanmerking genomen het vraagteeken achter het „propter of post” in de therapie, is het aan te bevelen systematisch antistreptococce- of polyvalent serum bij puerperale infectie te injecteeren.

## XIV.

Venenanaesthesie volgens Bier voor locale operaties aan de extremiteiten is te verkiezen boven algemeene narcose.

XV.

Keratitis neuroparalytica berust niet op tróphische stoornissen, maar is het gevolg van schadelijke invloeden van buiten.

XVI.

Het toevoegen van formaldehyde ter conserveering der melk is af te keuren.

XVII.

Bij intoxicatie door narcotica is de aanwending van de sonde voor de ontleding van den maag geïndiceerd, de toediening van emetica gecontraïndiceerd.

XVIII.

De automatische bewegingen der darmmusculatuur zijn niet myogeen, maar afhankelijk van de in den Auerbach'schen plexus aanwezige zenuwcentra.

XIX.

Het is wenschelijk, den doctorandi vóór de gebruikelijke coassistentschappen een cursus in ziekenverpleging te geven of desnoods een tentamen daarvoor in te stellen.

XX.

Het is noodzakelijk, dat in het door de Regeering onlangs ingediende wetsontwerp tot bestrijding der zedeloosheid, met name den abortus provocatus, een uitzondering gemaakt wordt voor den geneesheer, die in volle overtuiging niet anders dan het heil zijner patiente te beoogen, den abortus opwekt.

XXI.

Een geneesheer is niet verplicht de deugdzaamheid van een hem door den apotheker afgeleverd geneesmiddel na te gaan veeleer behoeft hij niet aan de deugdzaamheid te twijfelen, indien het bereid is door een hem te goeder naam en faam bekend staand deskundige, wiens bevoegdheid door de wet gewaarborgd wordt.

XXII.

De „Christian Science” en dergelijke praktijken, in strijd met elke rationeele wetenschappelijke denkwijze en therapie, zijn een sociaal gevaar.









