

## Die Nervenendigung innerhalb der terminalen Körperchen.

Von

**W. Krause,**  
Professor in Göttingen.

---

Hierzu Tafel III—V.

---

Der Innenkolben in sämtlichen terminalen Körperchen besteht aus Kolbenzellen. Dies sind abgeplattete, ursprünglich kernhaltige Zellen, welche dem verdickten Neurilem (Schwann'sche Scheide) angehören, während die secundären Hüllen an den Terminalkörperchen von der Adventitia (Perineurium) gebildet werden. Zwischen jenen Kolbenzellen endigen die einfach sensiblen Nervenfasern mit Terminalfasern, die in birnförmige oder abgeplattete Endknöpfchen auslaufen. Die Terminalfasern sowohl als die Kolbenzellen sind, der durchgreifenden Regel nach, der nächsten Körperoberfläche nahezu parallel gerichtet.

Diese Sätze zu beweisen, ist der Zweck der nachfolgenden Mittheilungen, indem das Resultat der Untersuchung gleich an die Spitze gestellt wurde. Dabei mag ferner bemerkt werden, wie schon längst bekannt war, dass beim Embryo die Innenkolben aus kernhaltigen Zellen zusammengesetzt sind. Nachgewiesen ist dies speciell für die Innenkolben der Vater'schen Körperchen<sup>1)</sup> im Mesenterium der Katze, die Herbst'schen Körperchen<sup>2)</sup> am Unterschenkel des Huhnes, die Endkolben<sup>3)</sup> der menschlichen Conjunctiva und die Grandry'schen Körperchen des Entenvögelschnabels (s. unten).

Man darf nicht erwarten, dass die Eingangs vorausgeschickten

---

1) W. Krause, Die terminalen Körperchen der einfach sensiblen Nerven. 1860. S. 25 (längsgestellte Kerne). — Allgemeine Anatomie. 1876. S. 504.

2) W. Krause, Die terminalen Körperchen u. s. w. S. 40. (Innenkolben von der aus Zellen bestehenden Querfaserschicht nicht differenzirt.)

3) W. Krause, Die motorischen Endplatten der quergestreiften Muskelfasern. 1869. S. 90. — Allgemeine Anatomie. 1876. S. 521.

Sätze sich an jedem einzelnen Fundort der mannigfaltig geformten terminalen Körperchen verificiren lassen. Theilweise tritt hier und da der Schluss nach der Homologie nahe verwandter Formen in seine Rechte. Um dies zu begründen, ist es nothwendig jetzt eine Art von Stammbaum der terminalen Körperchen aufzustellen.

Die vielgestalteten Formen der letzteren, in welchen die einfach-sensiblen Nerven der Wirbelthiere endigen, hängen offenbar unter einander zusammen. Jedoch kann es sich zur Zeit nicht um die Construirung eines phylogenetischen Stammbaums handeln, nicht um die Frage, wie sich die complicirteren Formen aus den Bestandtheilen der einfacheren differenzirt haben mögen. Noch fehlen dazu die Unterlagen; es ist zu wenig Sicherheit vorhanden, dass wir — nicht alle, aber doch die wesentlichen Gestaltungen bereits kennen; selbst offenkundige Lücken sind unzweideutig nachzuweisen (Fische). Nur darauf wird es ankommen, in welcher Weise die Homologisirung im Einzelnen durchzuführen ist, und welche Formen einander näher stehen, welche anderen morphologisch lockerer unter sich verknüpft sind.

Erst eine genauere Erforschung des feineren Baues der terminalen Körperchen gestattet, den eben in seiner Beschränkung definirten Stammbaum überhaupt aufzustellen. Ein solches tieferes Eindringen erschien so lange verfrüht, als die terminalen Körperchen mancher Körperstellen gleichsam noch um ihre Existenz kämpfen mussten. Die verbreitetsten Handbücher<sup>1)</sup> vom Jahre 1872 und 1874 wissen nichts von den Endkolben der Conjunctiva, die Arnold<sup>2)</sup> zwölf Jahre früher für Kunstproducte erklärt hatte. Lightbody<sup>3)</sup> hielt sie für vasomotorische Ganglienzellen, Rouget<sup>4)</sup> für Nervenknäuel, Ciaccio<sup>5)</sup> verwechselte sie wenigstens mit solchen u. s. w.

Erst durch die Arbeiten von Waldeyer<sup>6)</sup> und das grosse

---

1) Stricker's Handbuch der Lehre von den Geweben. — Graefe und Saemisch, Handbuch der Augenheilkunde. Bd. I.

2) Archiv für pathologische Anatomie. 1862. Bd. XXIV. S. 250.

3) Journal of anatomy and physiology. 1866. Nr. I. S. 15.

4) Archives de physiologie. 1868. S. 591.

5) Memorie dell' Accademia delle scienze dell' Istituto di Bologna. 1874. T. IV. (Fiocchetti nervosi.)

6) Tageblatt der Naturforscherversammlung zu Breslau. 1874. S. 209. Archiv für mikroskopische Anatomie. 1875. Bd. XI. S. 659.

Prachtwerk von Axel Key und Retzius<sup>1)</sup> ist jenes Stadium des Zweifels überwunden worden. Doch giebt es noch heute ältere Fachmänner, die niemals einen Endkolben selbst dargestellt haben — von den Anderen ganz zu schweigen.

Dabei soll nicht verkannt werden, dass die Einführung der Lehre von den terminalen Körperchen überhaupt und der Endkolben insbesondere in die Wissenschaft den damals so ausserordentlich beliebten Lehrbüchern der Gewebelehre von Kölliker und Frey zuzuschreiben ist. Beide Autoren hatten durch eigene Untersuchungen die Endkolben der Conjunctiva bestätigt. Aber dies war vor den von Seiten Arnold's erhobenen Zweifeln geschehen.

Im Folgenden wird die in meinem Handbuche<sup>2)</sup> vorgeschlagene Terminologie vorläufig weiter benutzt. Die Kenntniss der terminalen Körperchen, so weit sie dort geschildert sind, wird selbstverständlich vorausgesetzt und auch in den hier gegebenen Abbildungen nur auf die Feinheiten der eigentlichen Nervenendigung Gewicht gelegt. Dies ist besonders zu beachten, weil die Figuren häufig Durchschnitte terminaler Körperchen darstellen, und allein aus diesem Grunde von den am meisten verbreiteten bildlichen Darstellungen abzuweichen scheinen.

Dringt nun die Forschung tiefer in die innere Structur der terminalen Körperchen ein, so kann es sich dabei, weil die äusseren Hüllen derselben schon besser erforscht sind, nur noch um die Innenkolben handeln und namentlich um die eigentliche Nervenendigung in Terminalfasern.

Die feingranulirte eigenthümliche Substanz der Innenkolben hat schon manche Hypothesen veranlasst. Für das verdickte Nervenende selbst wurde sie in den Herbst'schen Körperchen von Leydig<sup>3)</sup> erklärt. Erst das Experiment<sup>4)</sup> der Nervendurchschneidung bewies, dass diese Auffassung unrichtig und nur die Terminalfaser selbst nervöser Natur sei. Später glaubte noch Engelmann<sup>5)</sup> Nervenmark in der Substanz jener Innenkolben nach-

1) Studien in der Anatomie des Nervensystems. 1876. II. S. 211.

2) Handbuch der menschlichen Anatomie. Bd. I. Allgemeine und microscopische Anatomie. Hannover 1876.

3) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. 1853. Bd. V. S. 75.

4) W. Krause, Die terminalen Körperchen u. s. w. 1860. S. 28 u. 41

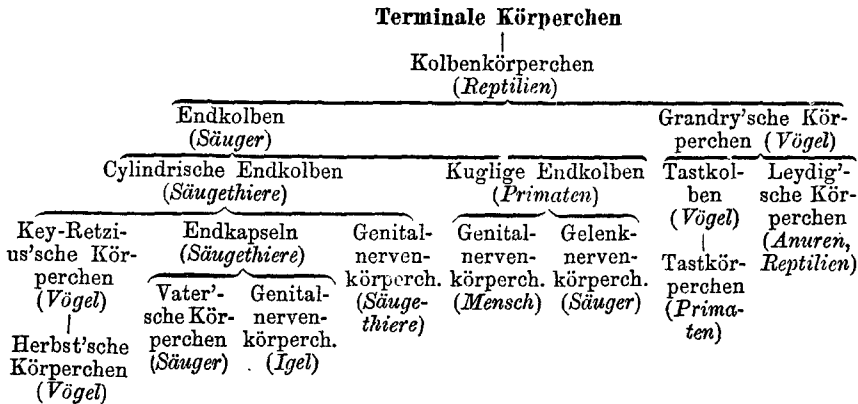
5) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. 1863. Bd. XIII. S. 475.

weisen zu können. Er ist mit seiner Auffassung fast isolirt geblieben.

Seitdem es feststand, dass die Innenkolben nicht nervöser Natur sind, haben sie begreiflicher Weise an Interesse verloren. Dieses knüpft sich vielmehr an den Verlauf der Terminalfasern, der freilich innerhalb des Innenkolbens erforscht werden muss.

Die nächstliegende Aufgabe war offenbar der Versuch, ob nicht mit besseren Hilfsmitteln jene feinkörnige Masse gleichsam aufzulösen, in anders geartete Elemente auch beim Erwachsenen zu zerlegen sei. Der Erfolg hat diese Vermuthung bestätigt und die verschiedensten Reagentien wie Ueberosmiumsäure, Chlorwasserstoffsäure, Natronlauge haben mehreren Beobachtern identische Resultate ergeben, nämlich eine Zusammensetzung aus den oben so genannten Kolbenzellen.

Durch die verschiedene Anordnung der letzteren, Vermehrung ihrer Anzahl, Vereinfachung oder Multiplication der Terminalfasern wie der äusseren Hüllen werden in der That die mannigfaltigen Modificationen terminaler Körperchen hervorgebracht. Ihr Zusammenhang untereinander erhellt aus folgendem Stammbaum:



Der Nachweis, dass dies Schema den Thatsachen am besten entspricht, wird sich aus der Betrachtung der einzelnen Formen ergeben, deren Reihenfolge (incl. eines Anhangs) dieselbe ist wie in der Tabelle:

1. Kolbenkörperchen.
2. Cylindrische Endkolben.
3. Endkapseln.
4. Vater'sche Körperchen.

5. Key-Retzius'sche Körperchen.
6. Herbst'sche Körperchen.
7. Kuglige Endkolben.
8. Gelenknervenkörperchen.
9. Genitalnervenkörperchen.
10. Grandry'sche Körperchen.
11. Tastkolben.
12. Tastkörperchen.
13. Leydig'sche Körperchen.
14. Tastzellen.
15. Physiologisches.

Elf — oder mit einer von Axel Key und Retzius bei Vögeln sowie einer anderen bei Reptilien kürzlich neuentdeckten Modification — dreizehn bestimmt charakterisirte Formen terminaler Körperchen sind bisher bekannt geworden. Um so mehr lässt sich der Versuch rechtfertigen, die betreffenden Einzelformen auf einander zurückzuführen. Dass zwischen den nächstverwandten Gestaltungen der letzteren mannigfaltige Uebergänge stattfinden, darauf habe ich zu wiederholten Malen hingewiesen. Es ist mithin ein im Allgemeinen ganz müssiger Wortstreit, ob man ein bestimmtes Körperchen z. B. der Zunge als Endkolben oder als Tastkörperchen bezeichnen will. Wer sich im Einzelfalle unsicher fühlt, insofern der feinere Bau der betreffenden Körperchen durch die Untersuchung nicht genügend aufgeschlossen zu werden vermochte, kann sich vielleicht des indifferenten Sammelnamens „Terminalkörperchen“ bedienen.

### I. Kolbenkörperchen.

Leydig<sup>1)</sup> war der Erste, welcher bei Reptilien und zwar in den Zahnfleischpapillen von *Tropidonotus natrix* anscheinend runde und kernhaltige Verbreiterungen der dort endigenden Nervenfasern auffand. „Bei anderer Einstellung des Mikroskops verlängert sich das scheinbar runde Körperchen zu einer die „Ganglienkugel“ durchsetzenden Achse; was somit den Eindruck eines Kerns gab, war der optische Querschnitt eines mittleren Streifens. Ich meine dies Verhalten darf uns bestimmen, die Endanschwel-

---

1) Archiv für mikroskopische Anatomie. 1872. Bd. VIII. S. 325.

lungen der Nervenfasern mit den sog. Endkolben zu vergleichen; während wir andererseits auch daran sehen, dass Endkolben und Terminalganglien kugeln nahe verwandte Bildungen sind.“

Die Abbildungen Leydig's zeigen ähnliche Formen, wie sie optische Querschnitte von gruppenweise oder büschelförmig angeordneten Endkolben darbieten, die man bei Säugethieren in grösseren Papillen am frischen Präparat häufig genug zu sehen bekommt. Ohne Leydig's Deutungen seiner Beobachtung anzuerkennen hat Merkel<sup>1)</sup> später eine wie es scheint etwas grössere Modification der Endkolben bei *Tropidonotus*, *Lacerta*, *Anguis fragilis* aufgefunden und (incl. anderer Terminalkörperchen) als *Kolbenkörperchen* bezeichnet. Dieser Name wird hier beibehalten.

Sie finden sich bei *Tropidonotus* und *Anguis* in der Umgebung der Zähne und an den Lippen, bei *Lacerta* am zahlreichsten an den Lippenrändern und ausserdem über die ganze Hautoberfläche verbreitet. — Was mich betrifft, so habe ich *Tropidonotus natrix*, *Anguis fragilis* und *Lacerta agilis* untersucht; die Lippen des letztgenannten Thieres scheinen den Vorzug zu verdienen.

Die Kolbenkörperchen (Taf. III, Fig. 1) gleichen auf den ersten Blick cylindrischen Endkolben ausserordentlich. Sie haben wie diese eine langgestreckt ellipsoidische, am peripherischen Pole abgerundete Gestalt, werden von einer einzigen doppelt-contourirten Nervenfaser versorgt und bestehen aus einem Innenkolben und einer in der Axe verlaufenden Terminalfaser. Die Körperchen sind etwas abgeplattet und im Allgemeinen schlanker als die cylindrischen Endkolben. Nach Behandlung des ganz frischen Präparates mit Essigsäure erscheint die Hülle sehr dünn und zart, die Substanz des Innenkolbens mehr protoplasmatisch, körnig, und die Kerne der Bindegewebshülle treten hervor. Eine gesonderte äussere, oder zweite, bei den Endkolben öfters sehr deutliche Hülle fehlt aber in den meisten Fällen oder ist wenigstens sehr undeutlich, obgleich der Innenkolben, wie gesagt, nach Essigsäure-Zusatz an seiner Peripherie längsovale, abgeplattete Kerne erkennen lässt.

Die Länge betrug bei den Kolbenkörperchen aus der Lippe erwachsener weiblicher Exemplare von *Lacerta agilis* z. B. 0,07, die Dicke 0,013 mm. Manchmal erscheinen die Körperchen noch

---

1) Ueber die Endigungen der sensiblen Nerven in der Haut der Wirbelthiere. 1880. S. 173—175.

etwas schlanker: der Innenkolben ist noch mehr reducirt und die Aehnlichkeit mit einem Kolben resp. einer Keule auffallender.

Die angegebenen Unterschiede würden kaum berechtigen, die Kolbenkörperchen von den cylindrischen Endkolben zu trennen und sie (bei Reptilien) mit einem besonderen Namen zu bezeichnen, wenn nicht der Umstand hinzukäme, dass die Kolbenzellen, aus welchen der Innenkolben sich ohne Zweifel wie in den übrigen terminalen Körperchen aufbaut, mehr protoplasmatischer Natur sind, als namentlich in den Innenkolben der Herbst'schen und Vater'schen Körperchen. Früher habe ich<sup>1)</sup> schon hervorgehoben, was Kölliker zuerst nachgewiesen hat, dass ein axial-centraler, die Terminalfaser zunächst umschliessender Theil des Innenkolbens in der zuletzt genannten Art terminaler Körperchen mehr homogen, feinkörnig und jedenfalls nicht so deutlich längsstreifig sei, als die peripherischen Parthien der betreffenden Innenkolben.

Hiernach ist es nicht unwahrscheinlich, dass der Innenkolben der Kolbenkörperchen jener Reptilien nicht den ganzen Innenkolben der Vater'schen, Herbst'schen Körperchen, Endkolben u. s. w. homolog ist, sondern nur der bezeichneten mehr protoplasmatischen Abtheilung der letzteren Innenkolben. Dieser Umstand macht es räthlich, die Bezeichnung als Kolbenkörperchen vorläufig beizubehalten.

Mit dem Gesagten steht nicht in Widerspruch, dass wenigstens bei manchen Kolbenkörperchen der Innenkolben sich auf dem Längsschnitt (Taf. III, Fig. 1) der Länge nach, auf dem Querschnitt concentrisch gestreift erweist. Beide Streifungen sind nämlich unregelmässiger und undeutlicher, gleichsam weicher.

Andererseits deutet Merkel<sup>2)</sup> die Kolbenkörperchen der Ringelnatter als „primitivste Vater'sche Körperchen“; schreibt denselben eine deutliche äussere Hülle und quergestellte Kerne zu, wie sie die Innenkolben der Herbst'schen Körperchen besitzen. Die Identität mit den von Leydig bei diesem Thier beschriebenen „Endkolben“ wird bestritten und es ist immerhin möglich, dass verschiedene Modificationen vorliegen. Denn die letzteren sog. Endkolben liegen in den Papillenspitzen, die Kolbenkörperchen

1) Die terminalen Körperchen u. s. w. 1860. S. 12.

2) l. c. S. 174. — Wo der genannte Autor mit l. c. citirt wird, ist immer die Seite 58 erwähnte Monographie gemeint.

mehr in der Tiefe. Vieles spricht allerdings für die ursprüngliche Ansicht von Leydig. Behandelt man den überlebenden Oberkiefer von *Tropidonotus natrix* 24 Stunden lang mit 0,2%iger Ueberosmiumsäure u. s. w., so sieht man in den Gaumenfalten, am besten nach Entfernung des Epithels, nahe unter der Oberfläche die Nervenbündel sich ein wenig auffasern und an ihrem Ende eine Anzahl ovaler Terminalkörperchen, mit deutlicher aber dünner (0,001) Bindegewebshülle und von etwa 0,025 Länge auf 0,01 mm Breite. Die in der Axe verlaufende Terminalfaser hat, wie erwähnt, Leydig erkannt. Es scheint sich hiernach um eine kleinere Art von Kolbenkörperchen zu handeln.

## II. Cylindrische Endkolben.

Sie bestehen aus einer Bindegewebshülle, die mit der Adventitia der zutretenden Nervenfaser zusammenhängt, einem Innenkolben und einer blassen knopfförmig endigenden Terminalfaser, welche in der Axe des Innenkolbens verläuft. Die Substanz des letzteren zeigt sich fein längsgestreift und da dieselbe dem Innenkolben der Herbst'schen und Vater'schen Körperchen homolog ist, so ist nicht daran zu zweifeln, dass sie aus längsgerichteten Kolbenzellen besteht. Nach Natronzusatz zum frischen Präparat wird sie grobkörnig, wenn auch nicht in dem Maasse wie der Innenkolben der Vater'schen Körperchen (Taf. III. Fig. 2).

Solche cylindrische Endkolben finden sich auch in der Zunge und in der *Conjunctiva bulbi* (Taf. III. Fig. 2) des Elephanten, wie ich<sup>1)</sup> bereits früher angegeben habe. An letzterem Orte betrugen die Dimensionen 0,08—0,11 mm Länge auf 0,023—0,036 Breite. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass der betreffende afrikanische Elephant ein junges Thier war. Ich verdanke das seltene Material der ausserordentlichen Freundlichkeit von Prof. Ehlers in Göttingen.

In der *Vola manus* des Maulwurfes und der Maus endigen die Nervenfasern ausschliesslich mit cylindrischen Endkolben, die eine axiale Terminalfaser besitzen (Taf. III. Fig. 19. t). Es werden allerdings von Merkel<sup>2)</sup> ausserdem noch sog. Tastkörperchen

1) Allgemeine Anatomie. 1876. S. 515.

2) l. c. S. 143. Taf. XII. Fig. 11 u. 12.



beschrieben und (von der Ratte) abgebildet; dies sind jedoch weiter nichts als schräge Ansichten oder Durchschnitte von Sförmig gebogenen Endkolben (Taf. III. Fig. 20), wie sie häufig genug zur Beobachtung kommen.

Bei der Ratte haben die Endkolben in der Vola durchschnittlich 0,042 Länge, 0,011 mm Breite. — Am bequemsten sind sie bei diesem Thier im Frenulum linguae zu untersuchen, wo man sie frisch mit Essigsäure sehen kann. Sie zeigen daselbst die schon angegebene Grösse und auf dem Querschnitt (mit Ueberosmiumsäure in der Vola) concentrische Streifung, wie sie bereits an anderen cylindrischen Endkolben nachgewiesen<sup>1)</sup> ist. Mit Rücksicht auf die Längsstreifung<sup>2)</sup>, welche die Innenkolben in der Längsansicht darbieten, muss man den letzteren einem geschichteten Baue zuschreiben: sie bestehen aus Längskolbenzellen (s. VI. Herbst'sche Körperchen S. 72).

Von der Eingangs aufgestellten Regel, wonach die Kolbenzellen der Oberfläche parallel liegen, scheinen manche cylindrische Endkolben namentlich in Papillen abzuweichen. Indessen kommen Sförmige Biegungen häufig vor, so dass ein Theil jener Ausnahmen sich reduciren lässt. — Aehnliches gilt auch für einige andere Formen terminaler Körperchen.

### III. Endkapseln.

Nach meiner<sup>3)</sup> Angabe stellen diese terminalen Körperchen eine Uebergangsform zwischen Vater'schen Körperchen und cylindrischen Endkolben dar. Es sind gleichsam sehr kleine Vater'sche Körperchen: sie bestehen aus einer Nervenfasern, Innenkolben und sehr wenigen concentrisch geschichteten Lamellen. Sie unterscheiden sich mithin von Vater'schen Körperchen durch die sehr geringe Anzahl (durchschnittlich etwa 4) umhüllender Lamellen, von Endkolben (Taf. III. Fig. 19 u. 20) umgekehrt durch das Vorhandensein der letzteren.

Bisher wurden sie nur beim Igel und Elephanten<sup>4)</sup> gefunden.

---

1) Merkel, l. c. Taf. XV. Fig. 18.

2) W. Krause, Die terminalen Körperchen u. s. w. 1860. S. 121.

3) Allgemeine Anatomie. 1876. S. 521.

4) W. Krause, Allgemeine Anatomie. 1876. S. 522.

Bei letzterem Thier sind sie in der Zunge schon von Corti<sup>1)</sup> gesehen und als Tastkörperchen bezeichnet. Sie kommen auch in Zungenpapillen vor (Taf. III. Fig. 8).

Beim Igel finden sich die Endkapseln in den Gl. buccales inferiores, in der Vola digitorum (Taf. III. Fig. 4), nur vereinzelt im Penis (Taf. III. Fig. 3 u. 5) und bieten überall denselben Bau dar. Da der Innenkolben bei stärkeren Vergrößerungen längsgestreift erscheint und die einfache Terminalfaser in der Axe des ersteren verläuft, so wird derselbe ohne Zweifel aus längsgestellten Kolbenzellen sich zusammensetzen.

Merkel<sup>2)</sup> erklärt die Endkapseln des Igels, welche ich in den Gl. buccales inferiores dieses Thieres beobachtet hatte, für Vater'sche Körperchen.

Dieselben Endkapseln im Penis des Igels aber nennt derselbe Autor<sup>3)</sup>: Tastkörperchen. Die Differenz ist von Bedeutung, weil dieser Schriftsteller zwischen Tastkörperchen und Vater'schen Körperchen einen fundamentalen Unterschied statuiren will. Nur innerhalb der ersteren sollen nämlich die Nervenfasern mit terminalen Ganglienzellen endigen.

In Betreff des Igelpenis wurde hinzugefügt: „Bei diesem Thier treten ebenso wie auch beim Kaninchen die das Körperchen umhüllenden Perineuralscheiden hervor, welche hier auch schon Bense aufgefallen waren und welche Krause<sup>4)</sup> veranlassten, einen neuen Namen »Endkapseln« für sie zu benutzen.“ Und vorher schon war<sup>5)</sup> bemerkt worden: „In seinem Handbuch — wird (von Krause) für die beim Igel von Bense beobachteten Organe noch der neue Name »Endkapseln« eingeführt.“

Der unbefangene Leser könnte hierdurch zu dem Glauben veranlasst werden, dass die durch Bense entdeckten Endkapseln von mir mit einem neuen Namen ausgestattet worden wären.

Nun kann man vielleicht nicht erwarten, dass Jemand die in der von Henle herausgegebenen, leider eingegangenen Zeitschrift für rationelle Medicin enthaltenen Aufsätze über Nervenendigungen

---

1) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. 1854. Bd. V. S. 89.

2) l. c. S. 169. Anm.

3) l. c. S. 140.

4) Allgemeine Anatomie. 1876.

5) l. c. S. 107.

kenne, selbst wenn deren Titel citirt<sup>1)</sup> werden. Auch nicht die Kenntniss meiner historischen Uebersicht<sup>2)</sup>: „W. Krause — unterschied ferner als besondere Formen die Endkapseln (beim Igel, 1864, und Elephanten, 1874)“ — aber wenigstens die Jahresberichte über Anatomie sollten billigerweise als bekannt vorausgesetzt werden dürfen. Darin sagte seiner Zeit Henle<sup>3)</sup>:

„Krause entdeckte und belegte mit dem Namen Endkapseln u. s. w.“, wobei meine Originalabhandlung<sup>4)</sup> vorher<sup>5)</sup> citirt worden ist.

Bense<sup>6)</sup> schrieb später unter meiner Leitung eine sehr fleissig gearbeitete Dissertation, die in der Zeitschrift für rationelle Medicin abgedruckt wurde. Die Endkapseln des Igels werden darin schlichtweg als Terminalkörperchen bezeichnet.

Da die Merkel'schen oben citirten Deductionen unter einander absolut unvereinbar sind, seine Abbildung<sup>7)</sup> auch nicht besonders geeignet ist, eine klarere Vorstellung hervorzurufen: sie zeigt ein gebogenes rundliches Gebilde, das vermuthlich eine Sförmig gekrümmte (vergl. Taf. III. Fig. 3), in ihrem Bau nicht erkannte Endkapsel darstellt, so ist es wohl unnöthig, noch etwas hierüber hinzuzufügen.

#### IV. Vater'sche Körperchen.

Das äussere Lamellensystem haben Einige, namentlich A. Key u. Retzius in anderer Weise gedeutet, als es gewöhnlich geschieht. Jede Lamelle oder Kapsel ist nach diesen Forschern eine Doppel-lamelle. Sie besteht aus zwei unmittelbar aneinander liegenden von platten polygonalen kernhaltigen Endothelien gebildeten Häutchen. Der Zwischenraum enthält die bekannten ringförmig verlaufenden Bindegewebsfasern und die Flüssigkeit. Letztere, welche bisher Interlamellarflüssigkeit genannt wurde, wird somit zur *Intracapsularflüssigkeit*.

---

1) Merkel, l. c. S. 205.

2) Allgemeine Anatomie. 1876. S. 528.

3) Bericht über die Fortschritte der Anatomie etc. im Jahre 1864. S. 57.

4) Zeitschrift für rationelle Medicin. 1864. Bd. XXIII. S. 47. Taf. V. VI.

5) Jahresbericht, l. c. S. 48.

6) l. c. Bd. XXXIII. 1868. S. 1. Taf. I. II.

7) l. c. Taf. XII. Fig. 14.

Es ist dieselbe Ansicht, die bereits Strahl<sup>1)</sup> aufstellte, was A. Key u. Retzius<sup>2)</sup> freilich bestreiten wollen. Strahl sagt aber ausdrücklich, dass die homogenen, bald breiteren, bald schmälere Kapseln sich am Stielfortsatz abrunden und verweist auf einen Buchstaben *c*<sup>3)</sup>, welcher dem Intralamellarraum angehört.

Gegen diese Darstellung habe ich<sup>4)</sup> bereits eingewendet, dass die Anzahl der Kerne in den Lamellen (mag man nun frisch untersuchen, Essigsäure oder Carmin anwenden) nicht im Entferntesten ausreicht, um zwei dicht aneinander liegende Lamellen zu repräsentieren. Und eben so wenig genügt hierfür die Anzahl der polygonalen Zellengrenzen nach Silberbehandlung.

Hiervon abgesehen kann die Einfachheit der Lamellen an Säure-Präparaten unzweifelhaft dargethan werden, welche die Zellen, aus denen erstere bestehen, zu isoliren gestatten (Nr. VI. Herbst'sche Körperchen S. 71).

Die Darstellung jener schwedischen Forscher stützt sich wesentlich auf den leicht zu bestätigenden Umstand, dass an Ueberosmiumsäure-Präparaten nicht constant zwischen je zwei Lamellen ein durch die Säure bräunlich gefärbter Eiweissniederschlag sich bildet, sondern häufig schmale leere Spalten zwischen benachbarten Lamellen bleiben. Am leichtesten tritt dies bei kleinen Vater'schen Körperchen ein, welche überhaupt wenig Flüssigkeit enthalten, wie sie z. B. aus der Vola der Ratte abgebildet worden sind.

Der hieraus zu ziehende Schluss liegt sehr nahe. Der durch die Ueberosmiumsäure gebildete Niederschlag erreicht selbstverständlich nicht das Volum der ursprünglichen Flüssigkeit, namentlich wenn das Coagulum noch durch Alkohol entwässert wurde. Dasselbe zieht sich daher zusammen und hebt sich nicht nur an seinen ausgedehnten Seitenflächen von den benachbarten Lamellen ab, wobei eine lineare Spalte sich bildet, sondern die Contraction wird namentlich an der Peripherie des Gerinnsels wirksam werden. Da nun die Lamellen keineswegs einfach concentrisch das ganze Körperchen umkreisen, vielmehr wie bekannt öfters durch schräge Verbindungslamellen mit den benachbarten Kapseln zusammenhängen, so zerfällt der Raum zwischen je zwei benachbarten Lamellen

1) Archiv für Anatomie und Physiologie. 1848. S. 170.

2) l. c. S. 170. Anm. 3.

3) Strahl, l. c. Taf. XI. Fig. 1.

4) Allgemeine Anatomie. 1876. S. 504.

— auf das ganze Vater'sche Körperchen bezogen — in Abtheilungen. Die meist zugeschärften Ränder dieser Abtheilungen bleiben gerinnselfrei und die dadurch entstehenden Lücken sind es, welche querdurchschnitten zwischen benachbarten Lamellen auftretend zu dem betreffenden Trugschluss Veranlassung gegeben haben.

Den Innenkolben der Vater'schen wie der Herbst'schen Körperchen sah Engelmann<sup>1)</sup>, wie schon oben in der Einleitung angedeutet wurde, nach dem Vorgange von Leydig<sup>2)</sup> und was die Vögel betrifft von Kölliker<sup>3)</sup> für nervös an, obgleich das von mir<sup>4)</sup> ausgeführte Experiment der Nervendurchschneidung bereits das Gegentheil dargethan hatte, dass nämlich nur die Terminalfaser fettig entartet. Lavdowsky<sup>5)</sup> behauptete später, dass der Innenkolben in den Vater'schen Körperchen aus Nervenmark bestehe. Zur Aufstellung dieser Ansichten mag der Umstand beigetragen haben, dass nach Engelmann<sup>6)</sup> das Neurilem (Schwann'sche Scheide) in die Hülle des Innenkolbens übergeht, so dass mithin letzterer *innerhalb* des Neurilems sich befindet. Auch ein principieller Gegner des Innenkolbens überhaupt dürfte sich dem Gewicht dieser Thatsache schwerlich entziehen können. Man constatirt sie an den Vater'schen Körperchen der Katze, sei es im frischen Zustand ohne Zusatz, sei es nach Einlegen in Müller'sche Flüssigkeit leicht mit Hülfe von Natron und Immersionslinsen. Engelmann stützte sich in Betreff des Innenkolbens Herbst'scher Körperchen noch wesentlich auf die Bildung zahlreicher Myelintropfen im Innenkolben nach eingreifender Natronbehandlung. Dieselbe Erscheinung tritt auch bei den Innenkolben Vater'scher Körperchen auf (Taf. III. Fig. 6). Dieses Virchow'sche<sup>7)</sup> „Myelin“ hat mit Nervenmark nichts zu thun, es ist eine chemische Verbindung, die nach Liebreich<sup>8)</sup> aus der Mischung von Zersetzungsproducten des Protagons mit diesem selbst hervorgeht — eine Substanz, die in jedem Bindegewebe sich bildet, auch an und zwischen den Lamellen der Vater's-

1) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. 1863. Bd. XIII. S. 475.

2) Dasselbst, 1853. Bd. V. S. 75. — Lehrbuch der Histologie. 1857. S. 193.

3) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. 1854. Bd. V. S. 118.

4) Die terminalen Körperchen u. s. w. 1860. S. 29.

5) Schwalbe's Jahresbericht der Anatomie im Jahre 1872. S. 178.

6) l. c. Taf. XXXI. Fig. II.

7) Archiv für pathologische Anatomie. 1854. Bd. VI. S. 571.

8) Archiv für pathologische Anatomie. 1865. Bd. XXXII. S. 389.

schen Körperchen auftritt, und bekanntlich zur Annahme eines sehr verbreiteten Vorkommens von Cholestearin<sup>1)</sup>, sowie von Protagon in den Geweben Veranlassung gegeben hat.

In Betreff der Zusammensetzung des Innenkolbens aus Kolbenzellen s. unten Herbst'sche Körperchen (S. 71).

Die Terminalfaser zeigt sich im überlebenden Zustande unter hinlänglich starken Vergrößerungen fein längsstreifig<sup>2)</sup>, fibrillär, zugleich feinkörnig und von einer doppelten Contour umgeben. Sie ist abgeplattet; in der Kantenansicht sind die doppelten Contouren schärfer markirt und breiter. Ich<sup>3)</sup> habe die letzteren früher als Ausdruck einer sehr dünnen Hülle von Nervenmark gedeutet. Andere scheinen sie für eine besondere Axencylinderscheide zu halten, obgleich sie sich mit Ueberosmiumsäure<sup>4)</sup> (in den Herbst'schen Körperchen auch durch Gold<sup>5)</sup>, dunkel färben lässt. Die knopfförmige Endanschwellung ist ebenfalls feinkörnig und enthält die etwas angeschwollenen Enden (s. unten) der marklosen Nerven-fibrillen, aus welchen die Terminalfaser sich zusammensetzt, indem sie ein wie gesagt abgeplattetes Bündel von solchen darstellt.

Dass die von Max Schultze aufgestellte und von Hans Schultze neuerdings unterstützte Lehre von der Zusammensetzung der Axencylinder aus solchen Fibrillen die richtige ist, lässt sich kaum besser als durch die Untersuchung überlebender Terminalfasern in ohne Zusatz untersuchten Vater'schen Körperchen der Katze demonstrieren.

Macerirt man überlebende Vater'sche Körperchen aus dem Mesenterium der Katze einige Tage mit concentrirter wässriger Oxalsäure-Lösung, so lässt sich erkennen, dass die marklosen Nerven-fibrillen von 0,0003mm Durchmesser innerhalb des Endknöpfchens, mit welchem die Terminalfaser aufhört, jede mit einer oder mehreren kolbenförmigen, etwa 0,0005mm messenden Verdickungen: Terminal-Noduli<sup>6)</sup> endigen.

---

1) Beneke, Studien über das Vorkommen etc. von Gallenbestandtheilen in den thierischen und pflanzlichen Organismen. 1862. S. 116.

2) Vergl. W. Krause, Die terminalen Körperchen u. s. w. 1860. S. 13.

3) Dasselbst, S. 62.

4) Axel Key u. Retzius, l. c. S. 177 und 197.

5) Vergl. W. Krause, Allgemeine Anatomie. 1876. S. 508.

6) Es sind die „Körner“ nicht die Globuli der Endknospen von A. Key und Retzius (l. c. 1876. S. 205).

In der Kantenansicht der Terminalfaser erscheint nach Oxalsäure-Behandlung eine dunklere Faser, die vollkommen einem Axencylinder gleicht, in der Axe der Terminalfaser. Die Rotation des Vater'schen Körperchens um seine Längsaxe ergibt, dass dies der optische Ausdruck der Seitenansicht jenes Nervenfibrillenbündels ist.

Kleine Vater'sche Körperchen, z. B. 0,17 lang, 0,11 mm breit, finden sich auch im submucösen Gewebe, dicht unter den Zungenpapillen des Elefanten (Taf. III. Fig. 7).

Ueber die Vater'schen Körperchen im Mesenterium der Katze ist gegenüber von irrthümlichen Anschauungen noch zu bemerken, dass sie niemals fehlen. Man muss nur bei fettreichen Thieren die Mesenterialnerven auf schwarzem Grunde präpariren, nöthigenfalls die Loupe oder schwache Vergrößerungen zu Hülfe nehmen und jedenfalls am überlebenden Mesenterium untersuchen. Für den Anatomen verstehen sich solche Vorschriften freilich von selbst.

In historischer Beziehung dürfte es interessant sein, dass die morphologische Bedeutung der Vater'schen Körperchen zuerst von Virchow<sup>1)</sup> richtig erkannt worden ist: sie stellen colossale Entfaltungen der Adventitia der Nervenfasern oder des Perineuriums dar, welche aber nur eine einzige Nervenfasern umschliessen.

## V. Key-Retzius'sche Körperchen.

Schon 1854 war es Leydig<sup>2)</sup> aufgefallen, dass die kleineren Herbst'schen Körperchen im Schnabel von *Anser domesticus* nicht bräunlich sind, sondern hell. Jenes bräunliche Ansehen der gewöhnlichen Herbst'schen Körperchen hängt bekanntlich von deren Querfaserschicht ab.

Erst A. Key und Retzius<sup>3)</sup> entdeckten an jenen kleinen Körperchen des Entenschnabels, dass die Querfaserschicht nicht aus durcheinander gewirrten, nach Leydig dem Werg eines Spritzenstempels in dieser Hinsicht vergleichbaren Fasern, sondern aus Lamellen besteht, die durch helle Zwischenräume getrennt werden.

Dieser Nachweis ist in morphologischer Beziehung von Wich-

---

1) Cellularpathologie, 1858. S. 214; 1871. S. 282.

2) Archiv für Anatomie u. Physiologie. 1854. S. 339.

3) l. c. 1876. S. 209.

tigkeit. Denn die betreffenden Terminalkörperchen, welche nach ihren Erforschern *Key-Retzius'sche Körperchen* genannt werden können, bilden den unmittelbaren Uebergang oder ein Zwischenglied zwischen den Vater'schen der Säuger und den Herbst'schen Körperchen der Vögel. Diese beiden an sich differenten Formen werden dadurch auf unerwartete Weise einander näher gebracht.

Zunächst ist noch zur Beschreibung hinzuzufügen, dass auf dem Querschnitt (Taf. III. Fig. 17) wie auf dem Längsschnitt (Taf. III. Fig. 9) der mittlere helle Theil des Key-Retzius'schen Körperchens von concentrischen Lamellen durchzogen erscheint. Dieselben sind namentlich nach der Peripherie hin, wo sie sich weiter von einander entfernen, etwas unregelmässig und gehen keineswegs immer als vollständige Ellipsoidschalen um das Körperchen ganz herum. Die Aussencontour jeder Lamelle zeigt sich auf dem Längsschnitt (Taf. III. Fig. 9), nicht aber auf dem Querschnitt, mit dicht anliegenden Punkten besetzt. Schon hieraus ergibt sich, dass diese Punkte Querdurchschnitte von Ringfasern sein müssen und bei Focus-Aenderung sieht man sie auf der Längsansicht des Körperchens, sich unmittelbar aus den Punkten entwickelnd, als quere Fasern dasselbe überziehen. Sie sind als verstärkte Rippen, wie Blattrippen in die Aussenfläche der glashellen zarten Lamellen oder Kapselmembranen eingelassen.

Es sind dieselben Fasern, welche in grösserer Anzahl und gleichsam in Unordnung gebracht, das Querfasersystem des Herbst'schen Körperchens bilden.

Die äussere oder Längsfaserschicht besteht bei den Key-Retzius'schen Körperchen aus unregelmässig und eng geschichteten Lamellen (Taf. III. Fig. 17), dagegen bei den Herbst'schen Körperchen aus Bindegewebsfasern. Denn bei diesen zeigt der Körperchenquerschnitt punktförmige Faserdurchschnitte, was ich <sup>1)</sup> früher schon abgebildet hatte.

Hiernach erscheinen nun aber die früheren <sup>2)</sup> Homologisirungsversuche zwischen Vater'schen und Herbst'schen Körperchen als nicht mehr haltbar. Bisher wurde, nachdem ein ähnlicher Versuch von Kölliker <sup>2)</sup> sich nicht bewährt hatte, die äussere oder Längsfaserschicht der Herbst'schen Körperchen den Kapsellamellen der

1) Anatomische Untersuchungen. 1861. Taf. I. Fig. 6.

2) Vergl. W. Krause, Die terminalen Körperchen. 1860. S. 59 u. 182.



Vater'schen Körperchen homologisirt und die Querfaserschicht der ersteren mit den queren Fasern der letzteren in Parallele gesetzt, welche Fasern bekanntlich jede Lamelle des Vater'schen Körperchens auswendig überdecken und den Interlamellarraum durchziehen.

Diese Fasern sind offenbar homolog den beschriebenen Blatt-rippenähnlichen Fasern der Key-Retzius'schen Körperchen und beide wiederum den Querfasern der Herbst'schen Körperchen. Nur dass letztere Fasern bräunlich, auch stärker lichtbrechend und resistenter sind, als gewöhnliche Bindegewebsfasern und auch als die Querfasern der Vater'schen Körperchen.

Um die Homologie herzustellen, ist es noch nöthig zu sagen, dass die äussere oder Längsfaserschicht der Herbst'schen und Key-Retzius'schen Körperchen am Vater'schen Körperchen nur durch dessen zarte äusserste Bindegewebshülle oder Adventitia repräsentirt wird. Die Lamellensysteme finden ihr Homologon in den Lamellen der Key-Retzius'schen Körperchen, welche letzteren jedoch weniger Interlamellarflüssigkeit enthalten. Dieselbe scheint in den Herbst'schen Körperchen ganz zu fehlen und damit fällt auch die Endothellage weg, welche die Innenfläche jeder Querfaserlage im Vater'schen Körperchen überzieht und abgrenzt. Letztere ist morphologisch nichts weiter als mit Lymphe infiltrirtes Bindegewebe. Und diese Querfaserlagen zusammengeschmolzen geben die Querfaserschicht der Herbst'schen Körperchen, denen Lamellen und Intralamellarflüssigkeit fehlen. Vielleicht hängt Letzteres damit zusammen, dass die Herbst'schen Körperchen in der Vogelhaut auch die Wärme-Empfindungen vermitteln müssen: sie sind nicht einfach „Druckkörperchen“.

Die Innenkolben der Key-Retzius'schen Körperchen verhalten sich wie bei den Herbst'schen Körperchen. Als seltene Varietät kommt, wie bei den Vater'schen und Herbst'schen Körperchen, eine dichotomische Theilung des Innenkolbens vor (Taf. III. Fig. 10).

Die Key-Retzius'schen Körperchen sind stets kleiner als die letztgenannten. Sie wurden bisher nur bekannt aus dem Schnabel von sog. Entenvögeln (Ente, Gans und Schwan).

## VI. Herbst'sche Körperchen.

Der Innenkolben besteht aus Kolbenzellen, nämlich aus platten halbkreisförmig gebogenen, kernhaltigen Zellen, die als bindegewebige Flügelzellen<sup>1)</sup> bezeichnet worden sind. Letztere bewirken auf dem Längsschnitt eine schwach angedeutete Längsstreifung und auf dem Querschnitt wie in den Key-Retzius'schen Körperchen (Taf. III. Fig. 17) eine concentrische Streifung des Innenkolbens.

An den schmaleren Seitenrändern des etwas abgeplatteten Innenkolbens liegen die beiden Kernreihen. Diese Kerne sind in jenen Kolbenzellen enthalten und die concentrisch halbrinnenförmige Anordnung der letzteren constituirt den Innenkolben.

Bei den Vater'schen Körperchen zeigt sich der Innenkolben in der Längsansicht, bis nahe an die Terminalfaser heran fein längsgestreift, wie schon längst bekannt ist. Auf dem Querschnitt erscheint eine zarte concentrische Streifung, was zuerst von Schäfer<sup>2)</sup> nachgewiesen wurde. Die Combination beider Ansichten ergibt eine Schichtung des Innenkolbens vermöge concentrisch angeordneter unregelmässiger Lamellen. Im Gegensatz zu den Herbst'schen Körperchen fehlen aber hier die beiden regelmässigen Kernreihen. An Stelle von letzteren tritt der seitliche Zusammenschluss, worin die beiden Zellenreihen, aus welchen auch hier der Innenkolben besteht, zusammenstossen; die Schlussstelle ist als *Raphe* bezeichnet worden<sup>3)</sup>.

Was die Einzelheiten betrifft, so ist bekanntlich<sup>4)</sup> in den meisten terminalen Körperchen und namentlich in den Vater'schen Körperchen das die axiale Terminalfaser zunächst umgebende Gewebe des Innenkolbens im frischen Zustande blass, fein granulirt, „indem nur undeutlich an der Peripherie eine feine Längsstreifung und eingelagerte, blasse, längsgestellte Kerne zu erkennen sind. — Wenn es nun auch am nächsten liegt, die Substanz des Innenkolben als eine mehr oder weniger regelmässig geschichtete kernhaltige Bindegewebshülle, die nach der Axe zu mehr homogen wird, zu

---

1) Merkel, l. c. S. 176.

2) Quarterly Journal of microscopical science. 1875. S. 135.

3) Merkel, l. c.

4) W. Krause, Die terminalen Körperchen u. s. w. 1860. S. 12. — Vergl. über das Historische A. Key und Retzius, l. c. S. 181.

bezeichnen, so ist doch die Differenz von den Kapselsystemen so bedeutend, die durch die innerste Kapsel gebildete Grenze so deutlich, dass es nicht einfach ein weiteres, nur zarteres und unregelmässigeres Kapselsystem sein kann, welches z. B. nach Keferstein's<sup>1)</sup> Darstellung anscheinend den Innenkolben bildet u. s. w.“

In Wahrheit gehören jene längsgestellten Kerne theils den Kolbenzellen, theils der innersten Kapsel oder nächsten Umhüllung des Innenkolbens an.

Die Innenkolben der cylindrischen Endkolben und der Endkapseln verhalten sich wie diejenigen der Vater'schen Körperchen, die Innenkolben der Key-Retzius'schen wie diejenigen der Herbst'schen Körperchen.

Um die Endothelzellen zu isoliren, aus welchen die Lamellen der Vater'schen Körperchen bestehen, kann man letztere in ganz frischem Zustande 24 Stunden lang mit 0,1%iger Ueberosmiumsäure behandeln und dann etwa eine Stunde lang in concentrirter wässriger Oxalsäure-Lösung auf dem Wasserbade erhitzen. Dabei färben sich die Kerne der Kapseln recht hübsch; beim Innenkolben stösst jedoch auch diese Methode auf Schwierigkeiten, die vielleicht durch Modificationen der ersteren zu beseitigen wären.

Erhitzt man dagegen Vater'sche Körperchen aus dem Mesenterium der Katze in der Tomsa'schen Mischung (s. unten XII. Tastkörperchen S. 103) 12 Stunden lang auf dem Wasserbade und kocht dann noch ca. 10 Minuten, so gelingt es zwar auch nicht ohne Weiteres den Innenkolben in Zellen zu zersprengen. Doch wird die Zusammensetzung des äusseren Cylindermantels aus längsgestellten, in der Mitte oder häufig an einem Ende kernhaltigen, platten Zellen (sog. Endothelhäutchen von A. Key und Retzius) deutlich, die länger sind als die Kolbenzellen der Tastkörperchen. Auf Kantenansichten pflegen sie spindelförmig zu erscheinen. Der innerste, jederseits nur 0,007 mm breite Raum längs der Terminalfaser bleibt auch bei dieser Methode körnig und längsstreifig. Jedoch kann man einzelne undeutliche längs-ovale Kerne bis dicht an die Terminalfaser heran nachweisen.

Am bequemsten erwies sich mehrstündiges Erwärmen in 30% iger Salpetersäure auf ca 50°. Nach Analogie der Lamellen blättert der Innenkolben in die beschriebenen Zellen (Taf. V.

---

1) Göttinger Nachrichten. 1858. Nr. 8.

Fig. 59 *z*) aus einander und die Terminalfaser (*t*) lässt sich isoliren. Sie erscheint homogen, wird von keinem Neurilem (Schwann'scher Scheide) bekleidet, obgleich dieses innerhalb des Stielfortsatzes längs der doppelcontourirten Nervenfasern deutlich hervortritt. — Man kann auch etwa achttägige Maceration bei gewöhnlicher Temperatur mittelst der genannten Säure anwenden.

Obgleich die Isolirung der Kolbenzellen aus allen oben genannten Innenkolben nach dem Gesagten noch nicht gelungen ist, so kann man mit Rücksicht auf die Entwicklungsgeschichte (S. 53) nicht daran zweifeln, dass es sich in der That um theils noch kernhaltige, meistentheils aber kernlos gewordene platte Bindegewebszellen oder Inoblasten<sup>1)</sup> handelt, welche den Innenkolben zusammensetzen.

Es ist dabei daran zu erinnern, dass bereits Will<sup>2)</sup>, der mit Herbst fast gleichzeitige Beobachter der Herbst'schen Körperchen die Vermuthung ausgesprochen hat, der Innenkolben sei aus Zellen zusammengesetzt.

Ferner hat A. Budge<sup>3)</sup> die Zusammensetzung des Innenkolbens der Vater'schen Körperchen aus in Pikrinsäure gelb sich färbenden Zellen theilweise richtig erkannt; dieselben aber wie es scheint mit Endknöpfchen combinirt. Auch Jzquierdo<sup>4)</sup> und Waldeyer<sup>5)</sup> haben die Innenkolben zunächst der Genitalnervkörperchen, aus verschmolzenen Zellen abgeleitet, die noch mehr oder weniger deutlich gesondert sind.

Die Terminalfaser verläuft in diesen Fällen in der Längsrichtung des betreffenden Körperchens. Parallel derselben erstreckt sich die Streifung, welche Ausdruck von gebogenen Platten nämlich der Kolbenzellen ist. Insofern deren Ebenen sich ebenfalls der Oberfläche oder Längsaxe des Körperchens parallel stellen, können die Zellen kurzweg als *Längskolbenzellen* bezeichnet werden, zum Unterschiede von solchen terminalen Körperchen, deren Innenkolben wie z. B. in den Tastkörperchen aus quer zu ihrer Längsaxe gestellten oder Querkolbenzellen bestehen.

1) W. Krause, Allgemeine Anatomie. 1876.

2) Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissensch. zu Wien. Math. naturw. Cl. 1850. Bd. IV. S. 213.

3) Medicinisches Centralblatt. 1873. S. 595.

4) Beiträge zur Kenntniss der Endigung der sensiblen Nerven. 1879. S. 57.

5) Archiv für mikroskopische Anatomie. 1879. Bd. XVII. S. 381.

## VII. Kuglige Endkolben.

Die kugligen Endkolben der menschlichen Conjunctiva bezeichnet Merkel<sup>1)</sup> als Tastkörperchen.

Nun kann man mit letzterem Wort einen physiologischen oder einen morphologischen Begriff verbinden. Im Allgemeinen wird die erstere Terminologie in der anatomischen Literatur vorgezogen. Die physiologischen Benennungen der meisten Gesichtsmuskeln, Vorderarmmuskeln u. s. w. sind so beliebt, weil man sich dabei doch etwas denken kann. Und dies erleichtert dem Gedächtniss des Lernenden seine verwickelte Aufgabe.

Nimmt man die Tastkörperchen nach ihrer wörtlichen Bedeutung in physiologischer Hinsicht, so werden terminale Körperchen an den Zehen oder Fingern der Vierfüssler auszuschliessen sein, obgleich sie vor Kurzem so genannt worden sind. Denn diese Thiere gebrauchen ihre Digiti oder Volarflächen zum Laufen, nicht zum Tasten, wie es die Primaten thun. Auf die Idee, die Conjunctiva bulbi mit Tastorganen auszustatten, dürfte wohl sonst noch Niemand verfallen sein.

Will man dagegen eine *anatomische* Definition von Tastkörperchen geben, so bleibt als einziges durchgreifendes Merkmal, wie ich früher ausführlich gezeigt habe, die eigenthümliche und mannigfach gedeutete Querstreifung übrig. Schliesst man sich dieser Definition nicht an, so mag man jedes beliebige Terminalkörperchen, wie Manche thun, Tastkörperchen nennen; dann werden aber gewöhnlich die Tastkörperchen der Primaten als *Meissner'sche Körperchen* unterschieden. Hiergegen würde natürlich nichts einzuwenden sein.

Sollte gleichwohl Jemand die persönliche Nomenclatur vermeiden und ausserdem der Querstreifung kein entscheidendes Gewicht beilegen wollen, so erscheint es dann jedenfalls doch den gewöhnlichen Grundsätzen anatomischer Terminologie entsprechend, nur solche terminale Körperchen als Tastkörperchen zu bezeichnen, welche mit den ihrer Structur nach hinreichend bekannten des Menschen und der Affen übereinstimmen. Weicht man von diesem Grundsatz ab, so entsteht der Nachtheil, dass der Leser nicht mehr weiss, welches anatomische Bild man sich von verschiedenen

---

1) L. c. S. 143.

Objecten zu machen hat, die aus irgend welchen Gründen, vielleicht auch wegen unklarer Vorstellungen über ihre Function, unter derselben eigentlich physiologischen Bezeichnung vereinigt wurden.

Im Folgenden wird daher jene Nomenclatur festgehalten, wobei die Bemerkung wiederholt werden mag, dass man ja für Gebilde, die ihrem anatomischen Bau nach zur Zeit zweifelhaft erscheinen, das Nichts präjudicirende Wort „Terminalkörperchen“ zur Verfügung hat, welches Tastkörperchen, Endkolben u. s. w. in sich begreift.

Die kugligen Endkolben bestehen aus einer Bindegewebshülle, einem kugligen Innenkolben und einer oder mehreren darin knopförmig endigenden Terminalfasern. Sie unterscheiden sich von den Meissner'schen Tastkörperchen zunächst dadurch, dass — so Mancher sie nicht hat auffinden können, obgleich sie in der Conjunctiva bulbi zahlreich genug sind. Dies hat zum Theil seinen Grund in dem Glauben, als gehörten ganz besonders frische Objecte zu ihrer Nachweisung. Und doch hat schon Stromeyer<sup>1)</sup> einen Endkolben abgebildet, der sich bei Frostwetter längere Zeit so frisch conservirt hatte, dass er wenigstens als solcher noch zu erkennen war.

Man muss hierbei zwei ganz verschiedene Dinge auseinander halten. Entweder, es handelt sich um die Ermittlung feinerer Verhältnisse, z. B. der Nervenendigung, der Terminalfasern etc. Hierfür gab es vor zwanzig Jahren schlechterdings kein Mittel, als womöglich noch warme Augen zu untersuchen, um die Durchsichtigkeit des Bindegewebes, der ungetrübten Epithelien etc. im überlebenden Zustande zu benutzen.

Oder es kommt — abgesehen von der Conservirung mikroskopischer Präparate — zunächst nur auf die Auffindung der Endkolben (Genitalnervkörperchen etc.) selbst an. Um Ungeübten, resp. Solchen, welche diese terminalen Körperchen noch nicht kennen, die erste Auffindung zu erleichtern, bin ich nach vielen anderweitigen Versuchen bei einer etwa 3 %igen Essigsäure oder gewöhnlichem Essig stehen geblieben, die A. Key u. Retzius als Krause'sche Essigsäure-Mischung zu bezeichnen vorschlugen, obgleich den letzteren bereits Billroth für andere Zwecke angewendet hatte. Hat man an Essigsäure-Präparaten die Terminal-

---

1) Deutsche Klinik. 1859. Nr. 25. Fig. 2.

körperchen aufgefunden, so könnte der mit dieser Methode nicht Vertraute noch die doppelcontourirten Nervenfasern mit anderen Dingen verwechseln. Dem wird durch Uebersättigung mit Natron vorgebeugt.

Die beiden ganz verschiedenen Zwecke haben Arnold u. A. confundirt und sind deshalb sehr schlecht auf die Essigsäure-Methode zu sprechen. Kommt aber einmal eine etwas schwierigere Aufgabe vor, wie sie z. B. in den terminalen Körperchen der Froshhaut gegeben ist, so kann auch Merkel<sup>1)</sup> jene Essigsäure-Mischung nicht ganz entbehren. Dass letztere nicht in jeder Hand Resultate zu geben braucht, erhellt aus den weiteren Bemerkungen über die Leydig'schen Körperchen in der Daumenwarze des Froshmännchens, deren Nerven der genannte Autor<sup>2)</sup> nicht hat finden können.

Auch für Mauchle<sup>3)</sup> war die Maceration der Conjunctiva in verdünnter Essigsäure die einzige zum Ziele führende Methode. Jene leidenschaftliche Polemik gegen die Essigsäure ist mithin wissenschaftlich werthlos. Wer sich freiwillig auf eine oder die andere der empfohlenen Methoden beschränkt und nicht jede Methode anwendet, wozu sie gut ist, wird in der Histologie heutzutage wenig Erfolge mehr ernten.

Wendet man Essigsäure oder Natron an, so erscheint der Innenkolben in den Endkolben der menschlichen Conjunctiva als feinkörnige Substanz. Derselbe zeigt keine Spur von Querstreifen, wie sie für die Tastkörperchen charakteristisch sind. Hierin liegt ein so einfaches, so durchschlagendes, weil in dem feineren Aufbau der Körperchen selbst begründetes Merkmal, dass man zu der Vermuthung kommt, von anderer Seite möchten die Endkolben des Menschen gar nicht auf das Vorhandensein oder Fehlen dieser Querstreifung geprüft worden sein.

Dass die Endkolben in Wahrheit nicht quergestreift sind, thun nicht nur die gewöhnlichen Flächenschnitte der menschlichen Conjunctiva, sondern unzweifelhaft auch die Querschnitte dar (Taf. III. Fig. 18).

Man muss fernerweit schliessen, da die Innenkolben der End-

---

1) l. c. S. 109.

2) l. c. S. 110.

3) Archiv für pathologische Anatomie. 1867. Bd. XLI. S. 149.

kolben jedenfalls beim Fötus aus Zellen zusammengesetzt sind, und da Ueberosmiumsäure nebst Immersionslinsen zahlreiche Kerne in der Substanz des Innenkolbens selbst erkennen lassen (Taf. III. Fig. 11), dass der letztere ebenfalls aus Kolbenzellen besteht. Möglicherweise könnten dieselben regellos durch einander gelagert sein, wie Longworth<sup>1)</sup> will. Mit Rücksicht auf den Verlauf der Terminalfasern (s. unten), müssen indessen die kugligen Endkolben der cylindrischen angereiht werden, deren Innenkolben sich aus Längskolbenzellen zusammensetzen (s. unten). Keinenfalls handelt es sich um Querkolbenzellen.

Was die Terminalfasern anlangt, so enthalten die Endkolben der menschlichen Conjunctiva deren eine bis vier. Als typisch ist anzunehmen, dass sie mit Endknöpfchen aufhören, obgleich dies nicht immer direct beobachtet werden kann. Zugleich ergibt sich eine unzweifelhafte Verwandtschaft mit den Innenkolben der Vater'schen und Herbst'schen Körperchen oder der cylindrischen Endkolben, weil die Terminalfasern wie in den letzteren dem Princip nach die Verlaufsrichtung der zutretenden doppelcontourirten Nervenfasern fortsetzen. (In den Tastkörperchen und Tastkolben dagegen erstrecken sie sich senkrecht zur genannten Verlaufsrichtung.) Da nun wie erwähnt (S. 53) die Terminalfasern und die Ebenen der Kolbenzellen in den übrigen Arten terminaler Körperchen einander parallele Verlaufsrichtungen einhalten, so wird der Schluss gerechtfertigt, dass dieser Fall auch in den kugligen Endkolben eintritt, deren Innenkolben mithin aus Längskolbenzellen gebildet sein werden.

Es ist freilich nicht in jedem Einzelfalle leicht, jenen Verlauf zu erkennen. In den beiden abgebildeten Beispielen (Taf. III. Fig. 12 u. 15) würde einem präoccupirten oder ungeübten Beobachter es schwerlich in den Sinn gekommen sein, der Terminalfaser bis an ihr wirkliches Ende nachzugehen.

Will man näheren Anschluss zwischen rundlichen und cylindrischen Endkolben, so muss man auf die Entwicklungsgeschichte zurückgehen. Diese lehrt, dass längsovale, gestreckte Endkolben auch in der Conjunctiva von Kindern<sup>2)</sup> vorkommen. Nicht minder wurden sie als Varietät<sup>3)</sup> in einzelnen Fällen beim Erwachsenen

1) Archiv für mikroskopische Anatomie. 1875. Bd. XI. Taf. XLIV. Fig. 6.

2) W. Krause, Die terminalen Körperchen u. s. w. 1860. Taf. IV. Fig. 16.

3) W. Krause, Anatomische Untersuchungen. 1861. S. 46. — Lüd den s. Kölliker, Gewebelehre. 1867. S. 104.



angetroffen. Ferner zeigen sich bei den cylindrischen Endkolben zuweilen Varietäten, die sie besonders nahe an den inneren Bau der kugligen heranbringen. Wenn nämlich in den cylindrischen, wie es häufiger in den kugligen der Fall ist, *mehrere* blasse Terminalfasern in einem und demselben Innenkolben verlaufen<sup>1)</sup>. Für die Merkel'schen<sup>2)</sup> Deductionen scheint die citirte Abbildung allerdings besonders unbequem gewesen zu sein.

Weitere Uebergangsformen würden in den einfachen Grandry'schen Körperchen (Nr. X) gegeben sein, wenn man von der starken Abplattung ihrer Terminalfaser abstrahirt. Flächenansichten sehen wie kuglige Endkolben aus, Seitenansichten wie kurze cylindrische (vergl. Taf. IV. Fig. 29 u. 31). — Da auch die Fledermäuse cylindrische Endkolben besitzen, so beschränkt sich die Aussicht, in der Thierreihe noch Zwischenformen zu entdecken, auf irgendwelche bisher noch nicht untersuchte Körperstellen verschiedener Thiere, ähnlich wie z. B. im Schnabel von Vögeln Grandry'sche Körperchen vorkommen, in der Zunge aber Tastkolben.

Man findet mitunter<sup>3)</sup> die Behauptung ausgesprochen, dass einzelne Parthien der Conjunctiva in Betreff der Häufigkeit ihrer Endkolben bevorzugt wären. Namentlich soll das vom Gebiet des N. lacrymalis gelten. Dies ist jedoch ein Irrthum, hervorgerufen durch eine zu geringe Anzahl von Untersuchungen, oder dadurch, dass z. B. Poncet<sup>4)</sup> den grössten Theil, etwa zwei Drittel, der Endkolben übersehen hat, da nur 5 bis 6 auf 40 qmm gefunden wurden. Bei Gelegenheit meiner Bestimmung<sup>5)</sup> der Zahl der Endkolben in der Conjunctiva bulbi (76 resp. 87 im Ganzen, oder durchschnittlich je 2 Endkolben auf 5 qmm) habe ich die einzelnen Endkolben sämmtlich graphisch verzeichnet. Es stellte sich heraus, dass jeder beliebig abgegrenzte Quadrant der Conjunctiva durchschnittlich die gleiche Anzahl von Endkolben enthielt. Wohl aber sind dieselben gruppenweise angeordnet: sie stehen stellenweise verhältnissmässig dicht gedrängt (z. B. 11 Endkolben auf 0,28 qmm), so dass ca. 40 Endkolben auf ein Quadratmillimeter Conjunctiva kommen würden, während sie in der Nachbarschaft sparsam zer-

1) W. Krause, Die terminalen Körperchen u. s. w. Taf. I. Fig. 16.

2) Vergl. l. c. S. 105.

3) Seit Ciacchio (Mem. dell' Accad. d. Sc. dell' Istituto di Bologna. 1874).

4) Schwalbe's Jahresbericht der Anatomie für 1875. S. 140.

5) Anatomische Untersuchungen. 1861. S. 40.

streut sind. Berücksichtigt man diese Zufälligkeiten nicht, so kann man in dergleichen Irrthümer verfallen. Eine Abbildung der oben erwähnten graphischen Darstellung hier zu geben, erscheint vorläufig wohl überflüssig, da von mehreren Seiten Mittheilungen über die Endkolben der Conjunctiva des Menschen in Aussicht gestellt sind.

### VIII. Genitalnervenkörperchen.

Unter diesem Namen beschrieb ich <sup>1)</sup> eigenthümliche Terminalkörperchen aus der Clitoris des Menschen und des Kaninchens, dem Penis des Menschen, sowie mit Bense <sup>2)</sup> aus dem Penis des Katers, Igels, Kaninchens und der Clitoris des Schweines.

Sie sind charakterisirt durch ihre relativ sehr starke, feste und dicke (Taf. IV. Fig. 21) Hülle und durch Einschnürungen, welche den grösseren dieser Körperchen niemals fehlen, den kleineren aber eine unregelmässig bohnenförmige, herzförmige oder dreigetheilte oder maulbeerförmige Gestalt verleihen. Die Genitalnervenkörperchen bestehen abgesehen von jener Hülle aus einem Innenkolben, Terminalfasern nebst einer oder mehreren zutretenden Nervenfasern.

A. Key und Retzius <sup>3)</sup>, sowie Izquierdo <sup>4)</sup>, der unter Waldeyer's Leitung die Clitoris des Kaninchens untersuchte, erklärten die betreffenden Körperchen für Endkolben, Merkel <sup>5)</sup> dagegen diejenigen des Kaninchens und des Menschen für Tastkörperchen.

Die letzteren habe ich <sup>6)</sup> aus den Papillen der menschlichen Clitoris schon früher beschrieben. Sie sind auch von A. Key und Retzius <sup>7)</sup> bestätigt worden. Ausserdem finden sich beim Menschen (Taf. IV. Fig. 23) wie beim Kaninchen vereinzelt Endkolben, beim Igel auch Endkapseln (Taf. III. Fig. 5) in der

---

1) Göttinger Nachrichten. 1866. Nr. 12. Zeitschrift für rationelle Medicin. 1866. Bd. XXVIII. S. 86. — Finger, daselbst S. 222.

2) Daselbst, 1868. Bd. XXXIII. S. 1.

3) l. c. S. 225.

4) Beiträge zur Kenntniss der Endigung der sensiblen Nerven. 1879. S. 59.

5) l. c. S. 138.

6) Allgemeine Anatomie. 1876. S. 522.

7) l. c. S. 226.

Schleimhaut selbst. Dass die Genitalnervenkörperchen aber etwas Besonderes sind, da sie sich schon durch ihre verhältnissmässig colossale Grösse<sup>1)</sup> von Endkolben wie Tastkörperchen unterscheiden, lehrt ein Blick auf die Abbildungen aus der Clitoris des Menschen (Taf. III, Fig. 14), wie aus dem Penis des Igels (Fig. 13). Man könnte nun vermuthen, es handle sich vielleicht nur um *Gruppen* von rundlichen Endkolben beim Menschen, von cylindrischen Endkolben z. B. beim Kaninchen, von Endkapseln beim Igel, welche jedesmal in der Anzahl von etwa 3—5 durch eine gemeinsame Bindegewebshülle zu einem Genitalnervenkörperchen verbunden würden.

Indessen wird diese Vermuthung schon dadurch widerlegt, dass so grosse und mannigfaltig geformte Körperchen durch eine einzige doppelcontourirte Nervenfasern versorgt werden (Taf. III, Fig. 14 u. 16).

Den Körperchen dürfte mithin wohl eine besondere Function zukommen und diese kann keine andere sein als die Geschlechtsempfindung, während die gewöhnlichen, bekanntlich ziemlich stumpfen Tastempfindungen an den Genitalien von den sparsamen Endkolben oder Tastkörperchen vermittelt werden. Dafür spricht, dass die Genitalnervenkörperchen auf die Glans penis und clitoridis beschränkt sind, sowie sich wiederum hieraus ableiten lässt, dass die Geschlechtsempfindung an die Clitoris ausschliesslich gebunden ist.

Andererseits ist die morphologische Erscheinung der Genitalnervenkörperchen durch ihr Hervorgehen aus zusammengewachsenen d. h. verschmolzenen Endkolben, Endkapseln u. s. w. je nach den Thierspecies zufolge des Vorhergehenden leicht verständlich. Im Stammbaum der terminalen Körperchen (S. 56) treten sie daher an verschiedenen Stellen auf.

Was die Nervenendigung der Terminalfasern innerhalb der Innenkolben anlangt, so bemerkt Merkel<sup>2)</sup> darüber: „(Krause's und seiner Schüler) — knopfförmige Endigungen dürfen wohl nach A. Key's und Retzius' reformatorischen Forschungen mit Stillschweigen übergangen werden.“

Das liest sich gut und macht einen ganz plausiblen Eindruck.

---

1) Vergl. A. Key u. Retzius, l. c. Taf. XXXVI. Fig. 3.

2) l. c. S. 140.

Besieht man die Sache näher, so bemerkt man nicht ohne Verwunderung, dass ich nirgends über die wirkliche Nervenendigung in den Genitalnervenkörperchen auch nur eine Vermuthung geäußert, von einer knopfförmigen Endigung aber vollends keine Silbe gesagt habe. Von meinen Schülern haben nur Finger (l. c.) und später Bense (l. c.) über die Genitalnervenkörperchen geschrieben und ebensowenig ein Wort von knopfförmigen Endigungen verlauten lassen. Mit der Ausnahme, dass Bense eine solche knopfförmige Endigung aus einem gewöhnlichen cylindrischen Endkolben des Maulwurfpenis abbildet, in welchen Endkolben diese knopfförmige Endigung auch von Merkel für die Norm angesehen wird. Die erwähnte Abbildung erörtert letzterer Autor<sup>1)</sup> ausführlich auf der nächsten Seite und schliesst sich Bense an in Bezug auf die Ausstattung des Maulwurfs mit Endkolben an dieser Körperstelle. Daraus lässt sich auch die etwaige Vermuthung widerlegen, dass Merkel diese Originalabhandlungen nicht zugänglich gewesen sein möchten. Er muss die Tafel gesehen haben.

Jene Merkel'sche Deduction ist also rein in's Blaue hinein behauptet. Aber es kommt noch besser.

Man sollte denken, bei A. Key u. Retzius müsse sich wenigstens eine Widerlegung der überhaupt von irgend Jemand vermutheten knopfförmigen Endigungen finden. Doch im Gegentheil beschrieben gerade A. Key u. Retzius aus der Clitoris des Kaninchens eine ganz bestimmte Endigungsform der Nervenfasern innerhalb der Genitalnervenkörperchen, nämlich mit sog. „Endknospen“.

Mit dieser Novität setzt sich Merkel auf andere Art auseinander. Ungeachtet der belobten reformatorischen Forschungen jener beiden schwedischen Gelehrten erklärt Merkel<sup>2)</sup> ganz einfach in Betreff der Genitalnervenkörperchen des Kaninchens, dass A. Key u. Retzius die blassen Terminalfasern überhaupt gar nicht gesehen haben: „Der eigentliche Axencylinder — entging ihren Blicken.“ Unglaublich, aber hier wörtlich citirt!

Die Sache selbst ist offenbar ganz gleichgültig. Im schlimmsten Fall wird mir eine Entdeckung zugeschrieben, die ich gemacht zu haben leugne. Erörtert wird die Angelegenheit auch nicht zur

---

1) l. c. S. 141.

2) l. c. S. 139.

Berichtigung für einen Forscher wie Merkel, sondern vielmehr zum warnenden Beispiel für Diejenigen, welche über die Treue von dergleichen Literaturexcerpten etwa im Unklaren sein sollten.

Was nun die fragliche Nervenendigung in Wirklichkeit anlangt, so wird für die Genitalnervenkörperchen wie bei den Tastkörperchen von Merkel eine Endigung in terminalen Ganglienzellen behauptet. Da die Genitalnervenkörperchen wenigstens beim Igel Gruppen von Endkapseln gleichen, deren Innenkolben aber bei den Säugethieren jedenfalls aus Längskolbenzellen zusammengesetzt ist, wie schon dessen Längsstreifung (Taf. III. Fig. 3) anzeigt, so würde ein solches Verhältniss in scharfem Widerspruch mit Merkel's eigenen Aufstellungen stehen, denn Innenkolben mit Längskolbenzellen rechnet Merkel sonst zu den Vater'schen Körperchen, Endkolben etc.

Diesmal handelt es sich um Kerne der dicken Hülle, welche irrthümlich für Ganglienzellenkerne angesehen worden sind. Vor einer so groben Verwechslung hätte schon ihr granulirtes Aussehen und ihre Resistenz in Essigsäure-Präparaten schützen sollen.

### IX. Gelenknervenkörperchen.

Die Gelenknervenkörperchen<sup>1)</sup> bestehen aus einer Bindegewebshülle und einem Innenkolben, der, wie ich früher gezeigt habe, eine Anzahl länglicher und rundlich-ellipsoidischer Kerne enthält. Sie schliessen sich daher an die kugligen Endkolben an, unterscheiden sich aber von diesen durch ihre Grösse, ihre abgeplattete Gestalt, das Eintreten zahlreicherer doppelcontourirter Nervenfasern und das Vorkommen in der Synovialis nicht nur an den Fingergelenken des Menschen, sondern auch am Kniegelenk vom Kaninchen und Hunde. Insofern die Gelenknervenkörperchen vielleicht noch nicht allgemein bekannt sind, so wird eine Abbildung (Taf. IV. Fig. 22) der Vollständigkeit halber hier wiederholt.

Da die zahlreichen (beim Kaninchen, wo die Körperchen an der hinteren Fläche des Condylus medialis oss. femoris in der Gelenkkapsel leicht zugänglich sind, — bis zu 100) Kerne der Länge nach gestellt sind, so ist nicht zu bezweifeln, dass der

1) W. Krause, Medicinisches Centralblatt. 1874. S. 211 u. 401. — Allgemeine Anatomie. 1876. S. 523.

Innenkolben aus Längskolbenzellen besteht. Die Gelenknervenkörperchen schliessen sich in dieser Hinsicht den kugligen Endkolben zunächst an.

### X. Grandry'sche Körperchen.

Die Grandry'schen Körperchen im Schnabel einiger Schwimmvögel (sog. Entenvögel) wurden von mir<sup>1)</sup> mit diesem Namen bezeichnet, der seitdem ausgedehnte Verbreitung gefunden hat, während A. Key und Retzius<sup>2)</sup> sie Zellenendkolben nannten. Nach meiner Beschreibung haben sie eine zarte Hülle, die von einer dünnen kernhaltigen Bindegewebsmembran gebildet wird. Von dieser abgesehen bestehen sie aus einem cylindrischen Innenkolben und in dessen Längsaxe verlaufender Terminalfaser, unterscheiden sich aber von den analog gebauten Endkolben dadurch, dass die Kerne der Hülle in zwei Reihen angeordnet und mehr viereckig sind.

Diese Beschreibung scheint den Nachuntersuchern z. B. Hesse unverständlich geblieben zu sein. Wie sie gemeint war, zeigt ein Blick auf Taf. IV (Fig. 27 u. 28). In der ersteren sieht man die Kerne der Hülle, welche häufig in zwei Reihen zusammengedrängt sich über und unter der Flächenansicht des Körperchens hinziehen, und in der letzteren Figur die in der Axe verlaufende Terminalfaser mit einer flach ausgebreiteten dünnen Anschwellung endigen. Eine entsprechende Anordnung der Kerne der Querfaserschicht in zwei Reihen scheint, den Abbildungen<sup>3)</sup> nach zu urtheilen, in den kleinen Herbst'schen Körperchen des Papageienschnabels vorzukommen. Wenigstens habe ich damals (1875) ganz ähnliche Bilder im Schnabel von Astur gesehen. Dass die schon von Grandry (Taf. IV, Fig. 25) abgebildete und von mir<sup>4)</sup> bereits erwähnte Terminalfaser abgeplattet ist, braucht wohl nicht besonders bemerkt zu werden.

Der Satz in meiner allgemeinen Anatomie, wonach mannigfache Uebergänge von den Herbst'schen zu den Grandry'schen Körperchen gestatten eine continuirliche Reihe zu bilden — be-

---

1) Allgemeine Anatomie. 1876. S. 508.

2) l. c. S. 207.

3) Goujon, Journal de l'anatomie. 1869. Taf. XII. Fig. 8. — Merkel, l. c. Taf. XV. Fig. 10 u. 11.

4) W. Krause, l. c. S. 508.

zog sich auf Formen, wie sie in Fig. 36 (Taf. IV) abgebildet sind. Sie kommen besonders in der gelben Wachshaut des Schnabels, und in den grossen Papillen des Schnabelrandes, die ich zu jener Zeit vorzugsweise untersucht hatte, vor.

Was nun speciell das Historische anlangt, so beschrieb Grandry (ein Schüler von Max Schultze) im Jahre 1869 eine eigenthümliche Form sensibler Nervenendigungen vom Schnabel der Ente und Gans. Die Beschreibung<sup>1)</sup> lautet: A côté des corpuscules de Pacini on trouve dans le bec du canard et de l'oie une autre forme de terminaison nerveuse, sur la structure desquels je ne suis pas encore tout a fait fixé, surtout au point de la terminaison du nerf. Je crois inutile de les décrire et je renvoie aux planches qui, mieux qu'une description, donnent une idée exacte de leur forme etc.

Grandry verweist also auf seine Abbildungen, von denen einige der wichtigsten mit der Originalerklärung hier copirt sind (Taf. IV, Fig. 24—26).

Henle<sup>2)</sup> referirte seiner Zeit über die Grandry'sche Entdeckung. Wie Grandry selbst — dessen vorsichtige Ausdrucksweise ihn als fähigen und von keinem Pruritus incalescendi geplagten Forscher kennzeichnet — vermochte auch Henle über die Art der Nervenendigung *innerhalb* der Körperchen keine sichere Vorstellung sich zu bilden.

Merkel<sup>3)</sup> beschrieb die von Grandry, den Ihlder<sup>4)</sup> kurz darauf citirt hatte, entdeckten Körperchen unter dem Namen von Tastzellen resp. Zwillingsstastzellen. Hierzu habe ich<sup>5)</sup> gesagt: „die Grandry'schen Körperchen scheinen von Merkel (1875) als Zwillingsstastzellen des Vogelschnabels beschrieben worden zu sein, nachdem sie bereits Grandry (1869) richtig gedeutet hatte.“

Nämlich als *terminale Körperchen*. In der Tafelerklärung Grandry's steht ausdrücklich: Corpuscules nerveux terminaux (l. c. S. 398).

1) Journal de l'anatomie et de la physiologie par Robin. VI ann. 1869. S. 393.

2) Jahresbericht für Anatomie im Jahre 1869. S. 50.

3) Göttinger Nachrichten. 1875. S. 125.

4) Archiv für Anatomie und Physiologie. 1870. S. 249. Die Arbeit war ursprünglich eine unter meiner Leitung in Göttingen angefertigte Dissertation.

5) Allgemeine Anatomie. 1876. S. 509.

Merkel<sup>1)</sup> führt in einer hierhergehörigen historischen Notiz zwar den Text Grandry's von S. 393 in extenso an. Die entscheidenden auf S. 398 befindlichen Worte führt Merkel aber *nicht* an. Weshalb wohl nicht?

Merkel fährt zwar auch jetzt noch fort, die Grandry'schen Körperchen als Tastzellen zu bezeichnen, wenn sie auf der Fläche liegen<sup>2)</sup> und als Zwillingsastzellen oder Tastkörperchen, wenn sie von der Seite gesehen werden<sup>3)</sup>. Damit wird aber, um einen Ausdruck Waldeyer's zu gebrauchen, die corpusculäre Natur jener Gebilde nicht beseitigt. Noch weniger wird etwas an der Thatsache geändert, dass die wirkliche Nervenendigung im Grandry'schen Körperchen (meine Terminalfaser, der wie gesagt schon von Grandry abgebildete *disque tactile* Ranvier's, die Tastscheibe Hesse's) während einer speciell darauf gerichteten Untersuchung in ihrer Bedeutung nicht erkannt worden ist (vergl. unten XIV, Tastzellen).

Ueber die hier reproducirten Abbildungen Grandry's mag gleich noch erwähnt werden, dass in Fig. 24 (Taf. IV) die Seitenansicht eines zusammengesetzten Körperchens, in Fig. 25 dieselbe mit einer windschief gebogenen Terminalfaser, in Fig. 26 die Polansicht eines einfachen Körperchens zu erkennen ist. Letzteres zeigt die zwei Kerne der beiden Kolbenzellen und in der Mitte feinkörnige Substanz, die wohl einen schrägen Querschnitt der Terminalfaser darstellt. Alle diese Bestandtheile (auch die unten zu erwähnende Terminalscheibe) hat also Grandry bereits wahrgenommen und abgebildet, wenngleich nicht weiter beschrieben. Die Vergrößerung ist die gewöhnliche: 3—400fach.

In Bezug auf ihren Bau kann man die Grandry'schen Körperchen eintheilen in einfache Grandry'sche Körperchen, und in zusammengesetzte.

Die einfachen Grandry'schen Körperchen<sup>4)</sup> sind zusammengesetzt aus einer Bindegewebshülle, einem Innenkolben und einer breiten abgeplatteten Terminalfaser, die hier Terminalscheibe

---

1) Archiv für mikroskopische Anatomie. 1878. Bd. XV. S. 416.

2) Ueber die Endigungen der sensiblen Nerven. 1880. S. 211. Taf. X. Fig. 7 u. 8.

3) Daselbst, S. 212. Fig. 9—12.

4) Zwillingsastzellen.



genannt werden soll. Sie erhalten niemals mehr als eine einzige zutretende doppeltcontourirte Nervenfasern.

Der Innenkolben besteht aus nur zwei Kolbenzellen. Dieselben zeichnen sich, wie Merkel hervorgehoben hat, durch ihre schönen, nur wenig von der Kugelgestalt abweichenden Kerne aus, die im überlebenden Zustande ganz klar und mit einem oder häufiger mit zwei glänzenden Kernkörperchen ausgestattet sind. Kernfiguren resp. Andeutungen von Kerntheilung sind mir niemals zur Beobachtung gekommen. Bei dieser Gelegenheit mag nochmals darauf hingewiesen werden, dass terminale Körperchen nur beim Embryo, nicht aber späterhin gebildet werden. Dies folgt aus dem Umstande, dass das neugeborene Kind bereits ungefähr so viel Tastkörperchen besitzt wie der Erwachsene: zusammengehalten mit den Veränderungen in der Feinheit des Raumsinnes<sup>1)</sup>.

Jenes Aussehen der Kerne kann einen ungeübten Beobachter möglicherweise zu der Annahme verleiten, diese Kerne wären solche von Ganglienkugeln. Vergleicht man aber damit die Kerne des Innenkolbens der Herbst'schen Körperchen und namentlich der von Leydig<sup>2)</sup> so besonders genau beschriebenen im Schnepfenschnabel, so wird man in diesen Irrthum nicht gerathen können. Denn die betreffenden Kerne aus dem Schnepfenschnabel vermögen ebenfalls einen nervösen Eindruck zu machen, wie früher auch Leydig und Kölliker vor meinen Untersuchungen und nach denselben noch Engelmann — freilich aus anderen Gründen — die Innenkolben der Herbst'schen Körperchen für nervös erklärt haben (s. oben S. 55).

Nun lehrt die Beobachtung, dass nicht nur im frischen Zustande, sondern gegen jedes Reagens, welches angewendet werden konnte, sich der Innenkolben der Grandry'schen Körperchen genau so verhält, wie derjenige der Herbst'schen und Key-Retzius'schen Körperchen. Von solchen Reagentien sind zu nennen: Kochsalzlösung, Essigsäure, Natron, Glycerin, Chromsäure, Müller'sche Flüssigkeit, doppeltchromsaures Kali, Goldchlorid, Ueberosmiumsäure, Kochen in Wasser u. s. w. Da im Entenvögelschnabel neben den Grandry'schen Körperchen auch Key-Retzius'sche fast in jedem Schnitte anzutreffen sind, so hat man es ausserordent-

---

1) Vergl. meine terminalen Körperchen u. s. w. 1860. S. 91 u. 206.

2) Archiv f. mikroskopische Anatomie. 1868. Bd. IV. S. 195.

lich bequem, sich durch Vergleichung von der Richtigkeit dieser Thatsachen zu überzeugen. Die einzige Ausnahme kann scheinbar die Ueberosmiumsäure bedingen. Da sie nämlich nicht durch die dicke Epidermis des Schnabelrandes, sondern an abgeschnittenen Hautstückchen hauptsächlich von den dem Knochen zunächst gelegenen Stellen aus langsam eindringt, so kann namentlich bei verdünnten Lösungen und etwas grösseren Hautstücken es sich ereignen, dass die Einwirkung ungleichmässig auftritt und zeitweise die Grandry'schen Körperchen von der Säure weniger beeinflusst, ihre Innenkolben daher heller erscheinen, als diejenigen der Key-Retzius'schen Körperchen.

Was die Form der einfachen Grandry'schen Körperchen anlangt, so ist sie niemals eine genau kugelrunde, obgleich Hesse<sup>1)</sup> sie Tastkugeln zu nennen vorgeschlagen hat. Nur auf schrägen Ansichten, die allerdings häufig genug vorkommen, können sie, wie gleich hier bemerkt werden mag, ganz rund aussehen. Vielmehr überwiegt in Wahrheit die Länge gewöhnlich um ein klein wenig die Breite und letztere um eben so viel die Dicke. Vergl. Fig. 29, 30 u. 31 (Taf. IV), die freilich drei verschiedene Körperchen darstellen, an denen man aber je zwei Dimensionen jedesmal messend vergleichen kann. Als Durchschnittszahlen ergaben sich 0,067 Länge, 0,053 Breite, 0,045 mm Dicke bei der Ente. Merkel gab früher 0,056 für Ente und Gans an, später<sup>2)</sup> für die Dicke etwas weniger, Hesse 0,060 für die Gans.

Die Grandry'schen Körperchen sind mithin auch keine Rotations-Ellipsoide, da ihre Dicke geringer ist, als die Breite und nicht einmal Ellipsoide überhaupt, denn die Dicke nimmt nach dem peripherischen Pol hin ein wenig ab. Alles dies ergibt sich aus nachstehender Tabelle. Es ist dafür unerheblich, ob man frische Körperchen ohne Zusatz oder mit Ueberosmiumsäure oder Chromsäure behandelte misst, da sich die Dimensionen nicht merklich ändern. Die betreffenden Messungen wurden an dem weissen Schnabelrande einer Ailesbury-Ente angestellt, welche Spielart sich durch Pigmentarmuth ihres Schnabels auszeichnet, nach 24stündiger Behandlung der ganz frischen Hautstücke mit 1 %iger Ueberosmiumsäure, dann mit Alkohol, Nelkenöl, Canadabalsam. Es wurden

---

1) Archiv für Anatomie und Physiologie. Anat. Abth. 1878. S. 288.

2) Vergl. l. c. S. 117 Anm.

jedesmal 8 Körperchen gemessen und zwar in Flächenansicht, Seitenansicht und Spitzenansicht des peripherischen Poles (vergl. unten die Erläuterung dieser Ausdrücke). Die Mittelzahlen, welche correspondiren und, wenn keine Fehlerquellen vorhanden wären, eigentlich übereinstimmen sollten, sind im Druck hervorgehoben. Man erhält dadurch zugleich einen Massstab für die Zuverlässigkeit der Resultate. Dass die Breite in der Spitzenansicht erheblich geringer ist, als in der Seitenansicht, beruht wie gesagt auf der keineswegs regelmässig ellipsoidischen Gestalt der Körperchen, die Messungen dürften nicht an dem dicksten Theil, sondern weiter nach dem peripherischen Pol hin — etwa um ein Viertel der Länge des ganzen Körperchens — angestellt sein. Letzteren Bestimmungen wurde daher vermindertes Gewicht beim Ziehen des Mittels beigelegt. Die 0,004—0,008 mm dicke Bindegewebshülle ist immer mit einbezogen worden.

#### Dimensionen der Grandry'schen Körperchen der Ente in mm.

	Flächenansicht.		Seitenansicht.		Spitzenansicht.	
	Länge	Breite	Länge	Breite	Länge	Breite
Maximum . . .	0,080	0,063	0,073	0,053	0,057	0,040
Minimum . . .	0,052	0,041	0,060	0,040	0,052	0,033
Mittel . . . .	0,067	0,053	0,066	0,049	0,054	0,036

Bei der Gans sind die Dimensionen ganz ähnlich, beim Schwan ein wenig grösser und die Bindegewebshülle etwas stärker.

Um die verschiedenen Ansichten aus einander zu halten, in denen die Körperchen sich projiciren können, ist es nützlich, zunächst einen *centralen Pol*, an welchem die doppeltcontourirte Nervenfasern eintritt (Taf. IV. Fig. 31 *t*), von dem *peripherischen Pol* zu unterscheiden. Man hat dann zwei Polansichten (Taf. IV. Fig. 30, Ansicht des peripherischen Poles), ferner die *Flächenansicht* (in welcher die Flächenausbreitung der Terminalfaser gesehen wird — Taf. IV. Fig. 29) und die *Seitenansicht*, in welcher der Verlauf der Terminalfaser vom centralen nach dem peripherischen Pol hin sich verfolgen lässt (Taf. IV. Fig. 31).

Was nun die Nervenendigung betrifft, so geht die Adventitia der zutretenden Nervenfasern in die Hülle des Grandry'schen Körperchens über, das Neurilem dagegen begleitet die öfters noch doppelt-

contourirte (Taf. IV. Fig. 28) Nervenfaser in das Körperchen hinein. In anderen Fällen, wie gleich hier bemerkt werden soll, verliert sich das Nervenmark dicht vor dem Eintritt der Faser in die Körperchenhülle.

Statt des Ausdruckes: Adventitia der Nervenfaser habe ich früher immer nach dem damaligen durch Kölliker u. A. verbreiteten Usus „Neurilem“ gesagt. Jenes Neurilem oder die jetzige *Adventitia* ist also etwas ganz anderes als das jetzige, von Engelmann<sup>1)</sup> mit diesem Ausdruck bezeichnete *Neurilem* oder die Schwann'sche Scheide. So wird sie von den Meisten genannt, während Einige die *Adventitia* als Henle'sche Scheide zu bezeichnen vorziehen.

Nicht nur bei den Grandry'schen, sondern auch bei anderen terminalen Körperchen (s. oben) geht die *Adventitia* in die äusseren secundären Hüllen des Innenkolbens über, das Neurilem in die innerste bindegewebige Hülle, welche den Innenkolben zunächst umgiebt. Zur Vermeidung von Missverständnissen in Betreff der Endkolben mag bei dieser Gelegenheit noch ausdrücklich bemerkt werden, dass in meinen früheren Abbildungen<sup>2)</sup> nur die *Adventitia* gezeichnet und in der Tafelerklärung als Neurilem bezeichnet worden ist. Das geschilderte Verhalten ist speciell für das eigentliche Neurilem der Endkolben von Engelmann (l. c.) zuerst angegeben worden.

In den Grandry'schen Körperchen ist das Verhalten des Nervenmarkes ein wechselndes. Gewöhnlich verliert sich dasselbe ein wenig vor dem Eintritt der Faser in die Bindegewebshülle des Körperchens. In anderen Fällen (Taf. IV. Fig. 27, Fig. 29) setzt sich dasselbe bis an den Innenkolben oder noch innerhalb des letzteren (Taf. IV. Fig. 28) fort. Dabei theilt sich die Nervenfaser, wenn der Innenkolben aus mehr als zwei Kolbenzellen besteht dichotomisch, selten wiederholt dichotomisch, oder trichotomisch (Taf. IV. Fig. 40), so dass zwischen je zwei benachbarten Kolbenzellen eine Terminalfaser zu liegen kommt. Die Formel Ranvier's<sup>3)</sup>, wonach die Zahl der Terminalfasern stets gleich ist der Zahl der Kolbenzellen minus 1 — ist insofern selbstverständlich richtig. Es

1) Zeitschr. für wissenschaftliche Zoologie. 1863. Bd. XIII. S. 477.

2) Die terminalen Körperchen u. s. w. 1860. Taf. III. Fig. 6 u. 7. Taf. IV. Fig. 15.

3) Comptes rendus. 1877. T. LXXXV. S. 1022.

gibt aber auch Zwillingskörperchen, in welchen zwei aus je zwei Kolbenzellen bestehende Innenkolben nicht durch eine Terminalfaser, sondern durch eine bindegewebige, der äusseren Hülle des Körperchens homologe Scheidewand getrennt werden. Zum Unterschiede kann man die Körperchen, welche mehr als eine Terminalfaser enthalten, zusammengesetzte Grandry'sche Körperchen, diejenigen aber, welche durch eine Bindegewebswand getheilt und von zwei doppeltcontourirten Nervenfasern versorgt werden, Zwillingskörperchen nennen.

Die Nervenfaser kann sich verdicken, indem sie ihre doppelten Contouren verliert. Da die Substanz der Terminalfaser sich nicht in allen Reagentien conservirt, so entsteht dadurch ein scheinbar leerer Raum nahe der Peripherie des Körperchens innerhalb des Innenkolbens, den Hesse<sup>1)</sup> als Lymphraum gedeutet hat. Dies ist namentlich in verdünnten Lösungen von Ueberosmiumsäure, auch von Chromsäure der Fall (Taf. IV. Fig. 41). Dieser anscheinende Lymphraum ist nichts anderes als der Anfang der (zerstörten) Terminalfaser selbst und nimmt deren Stelle ein.

Sehr bald aber verbreitert sich die abgeplattete, etwa 0,0025 mm breite Terminalfaser noch mehr, nämlich zu einem breiten platten Endknopf, den man wegen dieser Besonderheit hier Terminalscheibe (Taf. IV. Fig. 27, 28, 29, 37) nennen kann. Da alle Terminalfasern der Herbst'schen Körperchen und auch ihre Endknöpfchen abgeplattet sind, so fällt hierbei nichts auf, als die beträchtlichere (etwa 0,02 mm betragende) Flächenausdehnung der Terminalscheibe.

Dieselbe endigt an ihrer Peripherie ganz fein zugeshärft. Ihre Substanz ist im frischen Zustande (Taf. IV. Fig. 37) und ebenso nach Behandlung mit 0,5—1 %iger Ueberosmiumsäure (Taf. IV. Fig. 29), 1 %iger Chromsäure, Müller'scher Flüssigkeit (Taf. IV. Fig. 27) etc. fein granulirt. Die Körnchen messen 0,0005—0,0008 mm. Nur in ihrem Anfange oder nach dem centralen Pole des Grandry'schen Körperchens hin, erscheint die Terminalscheibe mitunter fein längsstreifig (Taf. IV. Fig. 29) zum Zeichen, dass die Terminalfaser sich in die marklosen Nervenfibrillen (nach der von mir benutzten Terminologie<sup>2)</sup>) auffasert, aus denen sie besteht.

---

1) Archiv für Anatomie u. Physiologie. 1878. Anat. Abth. S. 301.

2) Allgemeine Anatomie. 1876. S. 363.

Ranvier<sup>1)</sup> hält die Punkte, welche man in der Polansicht oder auf entsprechenden Durchschnitten durch das Grandry'sche Körperchen bemerkt, für Querschnitte von Fibrillen, aus denen die Terminalscheibe sich zusammensetzt. Indessen trägt auch die granulirte Substanz der letztern zu dieser Erscheinung bei.

Die Länge der im Innenkolben verlaufenden, selten anfangs noch doppelcontourirten (S. 88) Terminalfaser schwankt (Taf. IV. Fig. 27, 28, 29, 37) und ebenso die Dicke der Terminalscheibe. Ist diese etwas dicker (Taf. IV. Fig. 31), z. B. 0,0036, während sie im Mittel 0,0021 mm hat, so erscheint sie in der Flächenansicht oder in schräger Ansicht (Taf. IV. Fig. 28) besonders deutlich. Letztere Ansichten sind vorzugsweise günstig, und man sieht sie am besten nahe der Spitze des Oberschnabels bei der Ente oder beim Schwan. Auch solche dicke Terminalscheiben sind an ihren Flanken fein zugeshärft, wie man bei Verschiebung des Focus in der Seitenansicht des Körperchens erkennt. Andere Terminalscheiben erscheinen unter diesen Umständen nirgends dicker als 0,0016 mm (Taf. IV. Fig. 39). Hieraus erklärt sich, wesshalb Merkel<sup>2)</sup> seine Beobachtungen über die Terminalscheiben erst veröffentlichte, nachdem Ranvier<sup>2)</sup> sie als *disque tactile* beschrieben hatte. Ersterer unterlag mit in Folge dieses verhängnissvollen Irrthums noch anderweitigen Täuschungen (S. unten).

Niemals reicht die Terminalfaser bis zum peripherischen Pol des Körperchens. Um diesen Umstand zu erläutern, ist es nöthig, das Neurilem (sog. Schwann'sche Scheide) der doppelcontourirten Nervenfasern zu verfolgen. Während die Adventitia, wie oben (S. 87) bemerkt wurde, mit der Bindegewebshülle des Grandry'schen Körperchens zusammenhängt, setzt sich das Neurilem in deren innerste, den beiden Kolbenzellen unmittelbar anliegende, scheinbar structurlose, membranöse Umhüllung (Taf. IV. Fig. 29) fort, welche Ranvier<sup>3)</sup> als eine Endothellage characterisirt. Die Kolbenzellen liegen also innerhalb des Neurilems gerade wie die Innenkolben der Vater'schen oder Herbst'schen Körperchen. Wie immer erstreckt sich die Terminalfaser parallel nicht nur der nächsten Körperoberfläche (S. 53), sondern auch parallel der Längsaxe der Kolbenzellen und da diese mit der Längsaxe des Körper-

1) Comptes rendus. 1877. T. LXXXV. S. 1022.

2) Archiv für mikroskopische Anatomie. 1878. Bd. XV. S. 425.

3) Comptes rendus. 1877. T. LXXXV. S. 1021.

chens zusammenfällt, so bestehen die Innenkolben der einfachen Grandry'schen Körperchen nach der oben (S. 72) gegebenen Definition aus Längskolbenzellen. Dagegen fällt in den zusammengesetzten Grandry'schen Körperchen (Taf. IV. Fig. 32), weil deren grösste Ausdehnung zufolge der Schichtung der Zellen in senkrechter Richtung auf die Ebene der Terminalscheibe stattfindet, die Breitenaxe des Körperchens mit der Längsaxe der drei oder mehreren Kolbenzellen zusammen: diese Innenkolben bestehen mithin aus *Querkolbenzellen* (wie diejenigen der Tastkolben und Tastkörperchen), während die einfachen Grandry'schen Körperchen *Längskolbenzellen* wie die Innenkolben der Herbst'schen, die Vater'schen Körperchen u. s. w. haben.

So irrelevant diese Differenz offenbar in physiologischer Hinsicht ist, so interessant wird sie in morphologischer Beziehung. Denn die Grandry'schen Körperchen werden dadurch zu einem neuen Bindeglied zwischen den von Endkolben abzuleitenden Formen terminaler Körperchen (s. die Tabelle S. 56) einerseits und den Tastkolben und Tastkörperchen andererseits. Bisher wurde letztere Verbindung wesentlich nur durch die kugligen Endkolben hergestellt.

Wo die Terminalscheibe aufhört, tritt an den peripherischen Rändern der grössten Halbirungsebene des einfachen Grandry'schen Körperchens und ebenso zwischen je zwei benachbarten Kolbenzellen der zusammengesetzten Körperchen, noch eine eigenthümliche Bildung auf.

Die beiden genannten Kolbenzellen werden nämlich unter einander peripherisch durch eine *Raphe* verdunden. Dies ist ein platter bindegewebiger Ring, den Hesse Scheibenring genannt hat, welcher etwa ein Drittel so breit ist als der Längsdurchmesser des Grandry'schen Körperchens, welchem er angehört. Auf der Flächenansicht erscheint derselbe radiärgestreift, namentlich deutlich an Chromsäurepräparaten (vergl. Taf. IV. Fig. 27) und an Körperchen, die parallel ihrer grössten Halbirungsebene vom Schnitt getroffen worden sind. Der optische Durchschnitt dieser mit einem Saturnsring ihrer Form nach zu vergleichenden Raphe erscheint als nur 0,001—0,0013 mm dicke, scharfe, glänzende, in Reagentien resistente Linie, die niemals körnig (Taf. IV. Fig. 41) und streng von der Profilansicht der nervösen Terminalscheibe zu unterscheiden ist.

Sowohl in der Seiten- wie in der Polansicht lässt sich diese Linie entweder mehr geradlinig oder etwas ausgebogen von einem Ende des Körperchens zum anderen verfolgen, wenn man mit dem Focus dasselbe nicht geradezu optisch halbirt. In letzterem Falle tritt in der Seitenansicht natürlicher Weise der optische Längsschnitt der Terminalfaser hervor. Vom peripherischen Ende der Terminalscheibe aber bis zum peripherischen Pol des Körperchens kann man auch bei dieser Ansicht der Raphe als einer scharfen Linie nachgehen, welche sich mit einer dreieckigen Verbreiterung an die Innenfläche der Körperchenhülle ansetzt. An der Anheftungsstelle ist häufig ein Bindegewebskern gelegen (Taf. IV. Fig. 39r).

Das Centrum der Raphe ist also von einer kreisförmigen Lücke durchbrochen, woselbst die Terminalscheibe liegt (Taf. IV. Fig. 27). Ausserdem fehlt die Raphe an der Eintrittsstelle der Nervenfasern, insofern sich die Terminalfaser zwischen die beiden Kolbenzellen eindrängt. Am peripherischen Pol des Körperchens dagegen ist die Raphe vorhanden.

Wie der gewählte Name andeutet, ist die ringförmige bindegewebige Scheidewand der von den Herbst'schen und Key-Retzius'schen Körperchen (Taf. III. Fig. 17) beschriebenen Raphe vollständig homolog. Sie entspricht der Verwachsungsstelle von je zwei Hälften des Innenkolbens, welche in den genannten Körperchen an den schmalen Seiten der abgeplatteten Terminalfaser sich hinzieht.

Mit der radiären Streifung der Raphe ist eine andere Streifung nicht zu verwechseln, welche die Kolbenzellen des Innenkolbens durchzieht. Man sieht sie am besten an Chromsäure-Präparaten (Taf. IV. Fig. 42). Die Streifen erscheinen fein körnig und sind jedenfalls der Ausdruck des Stroma's des Zellenleibes, welches Stroma vom eigentlichen Zellenprotoplasma unterschieden werden muss<sup>1)</sup>. In Ueberosmiumsäure treten die im Allgemeinen senkrecht zur Aequatorialebene resp. zur Ringscheibe der Raphe verlaufenden Streifen weniger deutlich hervor und Merkel<sup>2)</sup> ist wohl durch solche Bilder verleitet worden, die Streifen für nervös zu halten und mit der Terminalscheibe in Zusammenhang zu bringen. Sie verlaufen nicht überall radiär, sondern manchmal gegen die Pole

---

1) W. Krause, Allgemeine Anatomie. 1876. S. 7.

2) l. c. S. 119.



des Körperchens convergirend und zwar ebensowohl gegen den peripherischen wie gegen den centralen Pol oder gegen die Flanken des Körperchens hin (Taf. IV. Fig. 42). Schon hieraus geht hervor, dass sie mit der Nervenendigung nichts zu thun haben.

Im Gegentheil ist die wahre Nervenendigung mit der Terminalscheibe gegeben. Selbstverständlich ist dieser nervöse breite und platte Knopf jenen knopfförmigen Endigungen der Terminalfasern in den Herbst'schen Körperchen homolog, welche so oft für terminale Ganglienzellen gehalten worden sind. Die Grandry'schen Körperchen reihen sich hierdurch den übrigen terminalen Körperchen ein und bilden, wie schon oben angedeutet wurde, den Uebergang zwischen den Herbst'schen Körperchen und den scheinbar so verschiedenen Tastkolben. In Betreff der zusammengesetzten Grandry'schen Körperchen vergl. unten: Tastkolben, und in Bezug auf die Entwicklungsgeschichte der Grandry'schen Körperchen überhaupt den Abschnitt Tastzellen (Nr. XIV S. 121).

Was schliesslich noch die Untersuchungsmethoden betrifft, so erwies sich als geeignetstes Object der weisse oder doch hellere Schnabelrand der gewöhnlichen Entenvögel. Die gelbe Wachshaut ist zwar sehr nervenreich, enthält aber manche Uebergangsformen, die weniger leicht zu deuten sind. Am besten ist der Schwan zu untersuchen, weil die terminalen Körperchen gleichsam massiver, ihre Terminalfasern, auf die es besonders ankommt, kräftiger ausgebildet sind. Sehr günstig ist ferner der beinahe farblose Schnabelrand echter *Ailesbury*-Enten, deren Schnäbel denjenigen von kleinen Gänsen an Grösse nahe kommen. Viel weniger geeignet erscheint die Gans und vollends mit den auf dem Markte käuflichen ist gar nichts anzufangen. Dies liegt nicht an der Länge der seit dem Tode verstrichenen Zeit, die im Spätherbst und Winter nicht von so grosser Bedeutung ist. Hauptsächlich kommt vielmehr die Vertrocknung in Frage. Im Hannoverschen wenigstens ist es Sitte, dass die zu Markt gebrachten Gänse am Nachmittag vorher geschlachtet werden, um sie rupfen zu können. Ohne besondere Vorsichtsmassregeln aufbewahrt, trocknet dann die Schnabelhaut zu einer lederartigen Masse ein, die zwar nach Anwendung verdünnter Ueberosmiumsäure- oder Chromsäure-Lösungen wieder aufquillt, anderen Reagentien gegenüber sich aber als untraitabel ergibt. Man muss also die Gänse lebend kaufen. — Die oben von mir empfohlenen Vögel verdanke ich der Freundlichkeit

des als Hühnerzüchter bekannten Oberstlieutenant Röttiger in Göttingen; die Wildente ist ganz unbrauchbar.

### XI. Tastkolben.

Ihlder<sup>1)</sup> beschrieb im Jahre 1870 unter obigem Namen eine eigenthümliche Art terminaler Körperchen aus der Vogelzunge als zwischen Endkolben und Tastkörperchen in der Mitte stehend.

Es sind danach länglich-ellipsoidische Körperchen mit Bindegewebshülle, quergestellten Kernen, Innenkolben und einer in der Axe des letzteren verlaufenden blassen Terminalfaser, die mit einer starken Anschwellung, resp. einer grossen körnigen Ganglienzelle endigt. Da Ihlder unter meiner Leitung gearbeitet hatte, so habe ich seine Beschreibung später adoptirt, mit Ausnahme der terminalen Ganglienzelle, von deren Vorhandensein ich mich nicht selbst überzeugen konnte. Am bequemsten sind sie in der Zunge des Sperlings aufzufinden; sie waren mir auch aus der Zunge des Kanarienvogels von früherer Zeit her bekannt.

A. Key und Retzius<sup>2)</sup> haben die Beschreibung von Ihlder in ihrer literarischen Uebersicht bei den Grandry'schen Körperchen aufgeführt, die Tastkolben aber nicht selbst untersucht. Dasselbe gilt für Hesse's und Izquierdo's<sup>3)</sup> Darstellungen. Letz-

---

1) Archiv für Anatomie und Physiologie. 1870. S. 238.

2) l. c. S. 227.

3) Beiträge zur Kenntniss der Endigung der sensiblen Nerven. 1879. S. 30. — Wie grosse Schwierigkeiten es dem Ausländer (Izquierdo ist Chilene) macht, sich in der zerstreuten Literatur des Gegenstandes zurechtzufinden, zeigt sich z. B. in einer Bemerkung auf S. 77. Sie lautet:

„Klein: Citirt in Krause's Allg. und mikrosk. Anatomie (die Arbeit selbst war nicht aufzufinden“).

Nun betrifft die einzige hierhergehörige Beobachtung von Klein die Vater'schen Körperchen im Innern der Corpora cavernosa penis. Sie war von mir (Allg. Anat. S. 502) citirt mit dem Zusatz: (Klein, 1870). Der nächstliegende Gedanke ist offenbar an die Arbeit Klein's: „Die äusseren männlichen und weiblichen Genitalien“ in Stricker's Handbuch der Gewebelehre. Bd. I. S. 635. Man pflegt für gewöhnlich die allgemein bekannten Handbücher nicht in jedem einzelnen Falle besonders aufzuführen. Auch hatte ich in der Einleitung (l. c. S. 4) über das Citiren von Jahreszahlen bemerkt: „Wo sich also eine solche Jahreszahl findet, wird man in den Jahresberich-

terer lässt Ihlder sagen, dass er seine Tastkolben für identisch mit Grandry's Körperchen halte und sucht dann Ihlder hierin zu widerlegen. Indessen meldet Ihlder in Wahrheit gar nichts über die fragliche Identität und hat nur die historische Notiz, dass sowohl Grandry als Goujon bereits terminale Körperchen, im Vogelschnabel gesehen hätten. Ihlder hatte die Zunge untersucht, nicht die Schnabelhaut und eine Nachprüfung der Grandry'schen Angaben überhaupt nicht in Angriff genommen. Da die Tastkolben etwas Neues waren, die Grandry'schen Körperchen aber nicht, so wird man dies Verfahren nicht ungerechtigt finden können. Jobert<sup>1)</sup> lieferte die erste Bestätigung der von Ihlder entdeckten Terminalkörperchen, beschrieb sie von verschiedenen Fringilliden und stellte sie mit den cylindrischen und rundlichen Endkolben, sowie mit den terminalen Körperchen des Waschbären zusammen. Im Gegensatz zu den genannten Forschern erklärt Merkel<sup>2)</sup>, dass Ihlder die Tastkolben mit den Pacinischen Körperchen zusammengeworfen habe. Die Wahrheit ist, dass Ihlder<sup>3)</sup> wie schon erwähnt, die Tastkolben zwischen Endkolben und Tastkörperchen in die Mitte setzt: „Was nun die Nervenendigung in den Zungenpapillen anlangt, so besitzen die Vögel darin eine ganz besondere Art von Nerven-Endapparaten, die man Tastkolben nennen kann, weil sie zwischen Endkolben der Säugethiere und Tastkörperchen dem ersten Aussehen nach ungefähr in der Mitte stehen.“

ten desselben Jahres das Werk oder den Aufsatz des betreffenden Autors genannt finden. Keineswegs aber ist vorauszusetzen, dass auch die citirte Behauptung dieses Autors in den Jahresberichten enthalten sei: aus letzteren wird öfters nur die Quelle erkannt, wo man die Angabe zu suchen hat u. s. w.“

Folgt man dieser Notiz, so sieht man sich z. B. in „Henle's Jahresbericht über die Fortschritte der Anatomie im Jahre 1870“ im Register (S. 321) bei dem Namen Klein auf S. 17 etc. verwiesen. Auf S. 14 findet man aber die oben erwähnte Abhandlung Klein's in Stricker's Handbuch citirt und in letzterem selbst (S. 651) die Worte Klein's: „Ausserdem habe ich sie auch im Corpus cavernosum der Penisschenkel gesehen“.

Da ähnliche Schwierigkeiten sich auch sonst noch wiederholen könnten, so schien es gerathen, den an sich unbedeutenden Gegenstand hier zu erwähnen.

1) Annales des sciences naturelles. V. Sér. Zool. 1872. T. XVI. Pl. 3. Fig. 1 et 2.

2) l. c. S. 127.

3) l. c. S. 245.

Ueber eine analoge Collision mit der Wirklichkeit vergl. oben den Abschnitt: Genitalnervenkörperchen (S. 80).

Merkel fügte dann hinzu: „ebensowenig wie Ihlder hat Jobert die Art der Nervenendigung hier erkannt“ und bestätigte nun seinerseits die thatsächlichen Angaben Ihlder's in Betreff der Existenz besonderer, durch quergestellte Kerne ausgezeichnete Endapparate durch neue Abbildungen<sup>1)</sup>.

So weit das Historische. Eine genauere Untersuchung des Innenkolbens der Tastkolben ergibt, dass derselbe aus zwei bis vier Zellsäulen aufgebaut ist. Die Kerne von Ihlder gehören nicht der Hülle an, sondern quergestellten Kolbenzellen, deren platte Zellenkörper nach aussen d. h. nach der Peripherie des Körperchens hin sich verdicken und hier jede einen ellipsoidischen Kern enthalten. Diese Zellen sind offenbar den Kolbenzellen der Grandry'schen Körperchen homolog und wie diese mit ihrer Längsaxe der Hautoberfläche parallel gestellt. Da sie aber in den Tastkolben quer auf deren Längsaxe stehen, so können sie im Gegensatz zu den Längskolbenzellen der Vater'schen Körperchen, der einfachen Grandry'schen Körperchen u. s. w. als Querkolbenzellen bezeichnet werden (Vergl. S. 72 und 91). Die Tastkolben sind also eine höhere Entwicklungsstufe der Grandry'schen Körperchen, insofern sie aus zahlreicheren Kolbenzellen sich aufbauen. Den Uebergang bilden die zusammengesetzten Grandry'schen Körperchen. Dies leuchtet sofort ein, wenn man die letzteren bei etwas schwächeren Vergrösserungen besieht, wobei die Aehnlichkeit mehr hervortritt (Vergl. Taf. IV. Fig. 32 u. 33). Selbstverständlich haben die Kolbenzellen so wenig wie in den letzteren etwas mit den Nervenfasern zu thun; sie sind keine terminalen Ganglienzellen und die desfallsige Hypothese ist ganz werthlos.

Bei Betrachtung dieser Kolbenzellen ergibt sich zugleich, wie verkehrt es ist, aus den vermeintlich charakteristischen Eigenschaften der Kolbenzellen in den Grandry'schen Körperchen, nämlich der Grösse und Helligkeit ihrer Kerne, der Streifung ihres Stroma u. s. w. auf deren nervöse Natur schliessen zu wollen. Die unzweifelhaft homologen Kolbenzellen der Tastkolben zeigen von solchen Merkmalen nichts.

---

1) Vergl. Ihlder, l. c. Taf. VI. Fig. 3 und Merkel, l. c. Taf. XI. Fig. 8.

Je zwei Kolbenzellen werden nun wie Merkel<sup>1)</sup> angiebt, durch eine bindegewebige Scheidewand getrennt. Die Scheidewände sind — an Längsschnitten durch die Tastkolben selbst — in Ueberosmiumsäure-Präparaten deutlich (Taf. IV. Fig. 33); durch Essigsäure werden die Scheidewände hell und scheinen etwas aufzuquellen, ebenso durch Natron; in Chromsäure-Präparaten erscheinen sie hell und glänzend u. s. w.

Trotzdem ist die Sache nicht so ganz einfach. Der Homologie mit den Grandry'schen Körperchen entsprechend wäre zunächst zu vermuthen, dass zwei oder mehr Kolbenzellen zu einer Abtheilung durch Bindegewebe vereinigt, die betreffenden Zellen selbst aber nur durch eine Raphe getrennt würden. Wo letztere vorhanden wäre, sollte man ferner das Fehlen derselben im Centrum zwischen je zwei benachbarten Zellen erwarten, woselbst vielmehr eine kleine Terminalscheibe liegen müsste. Mit anderen Worten: die queren Streifen zwischen den Kolbenzellen wären nicht sämmtlich identisch, sondern einige rein bindegewebig, andere theils bindegewebig (Raphe) und theilweise nervös. Von solchen Differenzen benachbarter Streifen zeigen jedoch die gewöhnlichen Methoden und gebräuchlichen Immersionssysteme nichts. Man sieht wohl an Längsschnitten der Tastkolben unzweifelhafte quer-verlaufende Terminalfasern von dem Ende der doppelcontourirten Nervenfaser ausgehen und zwischen den Kolbenzellen verlaufen (Taf. IV. Fig. 33). Ob aber die Zwischenräume zwischen sämmtlichen je zwei Kolbenzellen von je einer Terminalfaser eingenommen werden, oder ob dies nur bei den meisten oder nur bei wenigen der Fall ist, lässt sich zur Zeit nicht sicher entscheiden. Insofern die directe Beobachtung für die letzterwähnte Annahme spricht, würde sich die Aehnlichkeit der Tastkolben mit einer vielgeschichteten Säule von verkleinerten Grandry'schen Körperchen vermindern und grössere Aehnlichkeit mit den aus vielen Zellen bestehenden Innenkolben anderer Terminalkörperchen hervortreten, welche Innenkolben eine einzige oder wenige Terminalfasern enthalten.

Wie dem auch sei, jedenfalls beruht die Ihlder'sche Annahme von einer einzigen längslaufenden Terminalfaser auf Irrthum. Derselbe dürfte dadurch entstanden sein, dass eine Nerven-

---

1) l. c. S. 127.

faser in der That innerhalb der drei oder vier Zellensäulen grösserer (nach Merkel auch zwischen je zwei Zellensäulen kleinerer) Tastkolben längslaufend gegen die Papillenspitze aufsteigen kann. Wodurch aber die durch mich adoptirte Angabe von einem rundlichen Endknopfe zu Stande gekommen sein mag, ist mir bislang nicht gelungen aufzuklären. Vielleicht war es eine zufällig umgebogene, eigentlich querliegende Terminalscheibe, die Ihlder abbildete und Letzterer könnte dann doch der Erste gewesen sein, der das wahre Nervenende in den Tastkolben gesehen hätte.

Dass Tastkolben, wenn auch selten, in Knochenlücken des Schnabels der Gans vorkommen, haben bereits Ihlder<sup>1)</sup> und ich<sup>2)</sup> angegeben. Den übrigen Untersuchern scheinen sie vollständig entgangen zu sein.

## XII. Tastkörperchen.

Die Meissner'schen Tastkörperchen finden sich wie bekannt in der Vola manus und Planta pedis beim Menschen und Affen. Ferner am freien Rande der Augenlider, in der Haut der männlichen und weiblichen Brustwarze, in der Schleimhaut des rothen Lippenrandes und der Clitoris, sowie in der Haut der Volarfläche des Vorderarmes.

In der unbehaarten Hautstelle des Greifschwanzes von *Ateles pentadactylus* wurden sie von mir<sup>3)</sup> beschrieben, von Jobert<sup>4)</sup> bestätigt. Geber<sup>5)</sup> erwähnt auch Tastkörperchen an der Zungenspitze des Menschen, Merkel<sup>6)</sup> am Unterschenkel und Gaumen „wo sie bis jetzt noch nicht nachgewiesen wurden“ und aus dem Labium minus<sup>7)</sup>. Indessen hat Merkel, wie schon erwähnt, auch die Endkolben der menschlichen Conjunctiva trotz Kölliker's<sup>8)</sup> Bemerkungen nicht von Meissner'schen Tastkörperchen zu unter-

---

1) l. c. 1870: S. 249.

2) Allgemeine Anatomie. 1876. S. 509.

3) Zeitschrift für rationelle Medicin. 1866. Bd. XXVIII. S. 89.

4) l. c. (s. S. 95, Anm. 1) S. 7. Bei *Ateles Beelzebuth*.

5) Medicinisches Centralblatt. 1879. S. 353.

6) l. c. S. 143.

7) l. c. S. 142.

8) Gewebelehre. 1867. S. 103.

scheiden und namentlich dasjenige Merkmal der letzteren hierbei zu ignoriren vorgezogen, welches in deren eigenthümlicher Querstreifung gelegen ist. Mithin hat die Differenz wohl nichts weiter auf sich. Da jene Querstreifung dem aus dem Labium minus abgebildeten Terminalkörperchen fehlt, so ist mit Sicherheit anzunehmen, dass es sich um gewöhnliche rundliche Endkolben gehandelt habe, wie sie von mir<sup>1)</sup> daselbst früher beschrieben worden sind. Dasselbe gilt im Allgemeinen von den Tastkörperchen der Zungenspitze, wo schon Kölliker<sup>2)</sup> bekanntlich früher Tastkörperchen angenommen hatte, die in einzelnen Zungen vorkommen mögen — von Uebergangsformen zwischen Endkolben und Tastkörperchen, wie ich<sup>3)</sup> sie in der Haut des Unterschenkels beobachtet habe, abgesehen. Da in Betreff der sog. Tastkörperchen des Gaumens deren Aehnlichkeit mit unzweifelhaften Endkolben von der Volarhaut der Ratte hervorgehoben wird, so ist nicht daran zu zweifeln, dass es sich ebenfalls um Endkolben handelt, die ich vor Jahren sowohl in der Zunge<sup>4)</sup> als im weichen Gaumen<sup>5)</sup> nachgewiesen hatte.

In der Vola manus u. s. w. liegen die Tastkörperchen stets oder doch fast immer im Gipfel der Papille.

Seit R. Wagner's<sup>6)</sup> und Meissner's erster Beschreibung ist viel Streit darüber geführt, ob die Trennung von Gefäss- und Nervenpapillen zulässig sei. Diese Frage hatte seiner Zeit deshalb Interesse, weil R. Wagner die von Kölliker<sup>7)</sup> im Anschluss an andere Anatomen abgebildeten Nervenschlingen in Hautpapillen für leere Capillargefässe erklärt hatte. Wie früher Gerlach, Bisjadecki, Thin<sup>8)</sup> u. A. erklärt auch Merkel<sup>9)</sup>, sehr häufig Blutgefässe und Tastkörperchen in einer und derselben Papille beob-

---

1) Allgemeine Anatomie. 1876. S. 523.

2) Gewebelehre. 1852. S. 87.

3) Zeitschrift für rationelle Medicin. 1858. Bd. V. S. 37. Meine damaligen Handzeichnungen gestatten nicht, Bestimmteres auszusagen.

4) Allgemeine Anatomie. 1876. S. 186, 188, 189, 190, 518.

5) Daselbst, S. 185 u. 518.

6) Göttinger Nachrichten. 1852. Nr. 2.

7) Mikroskopische Anatomie. Bd. II a. 1850. S. 24. Fig. 12.

8) Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissensch. zu Wien. Math. naturw. Cl. 1873. Bd. LXVII.

9) l. c. 147.

achtet zu haben. Wenn dies heissen soll, dass Gefässschlingen in der Basis von Tastkörperchenpapillen vorkommen, so ist das vollkommen richtig<sup>1)</sup>. Im Gipfel der Papillen aber (wo man sie vor dreissig Jahren mit Nervenschlingen verwechseln konnte) finden sich einfach deshalb keine Blutgefässe, weil dafür kein Platz<sup>2)</sup> ist (Taf. IV, Fig. 35), und nur sehr selten liegen letztere tiefer nach der Papillenbasis hin.

Die Tastkörperchen bestehen nun, was ihren feineren Bau anlangt, aus einer kernhaltigen Bindegewebshülle, einem im frischen Zustande feingranulirt aussehenden Innenkolben und aus blassen querverlaufenden Terminalfasern.

Innenkolben hatte ich in den Tastkörperchen jene festweiche, zähe, blasse, undurchsichtige, die Form des ganzen Körperchens wiederholende Masse genannt, welche aus sehr kleinen, regelmässig runden mattglänzenden Körnchen besteht (anstatt „besteht“ wäre richtiger zu sagen: enthält). Während alle übrigen Autoren diese feinkörnige festweiche Masse im frischen Zustande kennen, scheint Merkel<sup>3)</sup> der Einzige zu sein, der diesen Innenkolben nicht hat finden können. Man sieht letzteren ohne weiteres an feinen Durchschnitten ganz frischer Haut, die jenem Untersucher vermuthlich nicht besonders gelungen sein werden, mit den besten Immersionsystemen als feinkörnige Masse, sowohl auf dem Längs- als auf dem Querschnitt (Taf. V. Fig. 53 und Taf. IV. Fig. 43). Dieselbe wird wahrgenommen, wenn man ein unverletztes Tastkörperchen in seiner Längsansicht betrachtet und den Focus auf dessen Seitenränder einstellt, deutlicher wie begreiflich auf einem senkrechten Schnitt durch die Fingerhaut, welcher das Tastkörperchen seiner Länge nach ungefähr halbirte (Taf. V. Fig. 53). Beiläufig bemerkt sind solche halbirte<sup>4)</sup> Körperchen meistens sehr leicht daran zu erkennen, dass sie nicht vollständig bis zum Gipfel der Papille reichen (Taf. V. Fig. 53), falls letzterer nicht ganz genau halbirt worden ist. Auf Unkenntniss dieses Verhältnisses scheinen viele unrichtige Deutungen von häufig in der Literatur vorkom-

---

1) W. Krause, Allgemeine Anatomie. 1876. S. 510.

2) Meissner, Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Haut. 1853. S. 21.

3) l. c. S. 146.

4) Vergl. Canstatt's Jahresbericht der Anatomie im Jahre 1852. S. 42.



menden Abbildungen zu beruhen, welche die Tastkörperchen nicht im Gipfel ihrer Papille zeigen. In Querschnitten des Tastkörperchens resp. in Flächenschnitten der Haut ist die feingranulirte Beschaffenheit des Innenkolbens wo möglich noch charakteristischer. Sie tritt auch nach Essigsäurezusatz auf Längs- und Querschnitten (Taf. IV. Fig. 38) hervor. Mit verdünnter Natronlauge (Taf. IV. Fig. 34 u. 44) erhält man grössere wie Nervenmark glänzende Körnchen, die sparsamer eingestreut sind und etwa 0,001—0,002 mm Durchmesser haben, während die Körnchen des Innenkolbens im frischen Zustande nur 0,0003 mm messen. Man könnte vermuthen, jene grösseren fettig glänzenden Körperchen entstünden durch Zerfall von zahlreichen blassen Terminalfasern, die etwas Nervenmark enthalten müssen, da sie bekanntlich, wie das Experiment der Nervendurchschneidung zeigt, fettig degeneriren<sup>1)</sup>. Indessen ist das Auftreten ganz identischer Körnchen nach Natronbehandlung eine Eigenschaft, welche der Innenkolben der Tastkörperchen mit den Innenkolben aller übrigen terminalen Körperchen theilt. Namentlich gilt dies für die grossen Innenkolben der Vater'schen und Herbst'schen Körperchen u. s. w. Legt man Vater'sche Körperchen, z. B. aus dem Mesenterium der Katze, mehrere Tage in 8—10%ige Natronlauge, so nimmt die Zahl der Körnchen allmählich zu und schliesslich scheint der ganze Innenkolben aus sog. Myelin (S. 65) zu bestehen (Taf. III. Fig. 6), welches die bekannten Figuren, ähnlich wie ausgeflossenes Nervenmark bildet.

Es fragt sich nun, ob mit besseren Hilfsmitteln die scheinbar feinkörnige Substanz der Tastkörperchen-Innenkolben nicht eine feinere Zusammensetzung erkennen lässt. In der That besteht sie aus Kolbenzellen.

R. Wagner<sup>2)</sup> und Meissner hatten gleich bei der Entdeckung einen geschichteten Bau der Tastkörperchen vermuthet. R. Wagner<sup>3)</sup> sagte später darüber: „Wenn ich behauptete (jedoch mit Restrictionen in Bezug auf die Schwierigkeit der Sache) die Tastkörperchen beständen aus einem Systeme übereinander geschichteter Platten, so will ich gern zugeben, dass dies nur so aussehen kann. — Den Bau dieser Gebilde zu erforschen, wird

1) Vergl. meine terminalen Körperchen u. s. w. Taf. II. Fig. 15.

2) Göttinger Nachrichten. 1852. Nr. 2.

3) Archiv für Anatomie u. Physiologie. 1852. S. 499.

erst gelingen, wenn man sie isolirt, aus der Papille herausgeschält, zerfasern und bei sehr starken und klaren Vergrößerungen untersuchen gelernt hat“.

Diese Forderungen können jetzt erfüllt werden (Taf. V. Fig. 54).

Die Zusammensetzung des Innenkolbens aus Zellen hat zuerst Tomsa<sup>1)</sup> richtig erkannt, freilich diesen Zellen eine falsche Deutung gegeben, indem er sie für terminale Ganglienzellen hielt und letztere Deutung ist neuerdings von anderer Seite adoptirt worden. Ich<sup>2)</sup> habe diesen Irrthum bereits früher widerlegt und die Frage kann nur die sein, wodurch Tomsa sich hat täuschen lassen. Denn vor längerer Zeit haben Langerhans<sup>3)</sup> sowie auch Kraus<sup>4)</sup> dieselben Kolbenzellen richtig als Bindegewebszellen erkannt. Ich<sup>5)</sup> selbst hatte gegen die Langerhans'sche Beweisführung eingewendet, dass Querschnitte der Tastkörperchen keineswegs entscheidend sein könnten, weil vermöge des häufigen Vorkommens von Zwillings- und Drillingstastkörperchen (Taf. V. Fig. 45) in einer Papille es sich um Bindegewebskerne der Hülle der letzteren gehandelt haben möge, die sich auf den Innenkolben-Querschnitt projecirten (vergl. unten S. 113).

Diese Deutung erschien um so mehr zutreffend, weil Langerhans zu jener Zeit keine Differenz zwischen Bindegewebshülle und Innenkolben der Tastkörperchen anerkennen wollte.

Was nun die Kolbenzellen anlangt, aus welchen der Innenkolben sich zusammensetzt, so sind dieselben (Taf. V. Fig. 47 und 48) abgeplattet, länglich polygonal, mit einem abgerundeten und zugleich verdickten Ende, welches stets der Aussenseite des Tastkörperchens zugekehrt ist. In diesem Theile der Zelle liegt der Kern. (Taf. IV. Fig. 35.) Derselbe ist länglich-ellipsoidisch, seine Längsaxe senkrecht zur Längsaxe des Tastkörperchens orientirt. Indem die dünne abgeplattete Parthie der Kolbenzelle zwischen die benachbarten eingreift, so entsteht, da die Flächen der Zellen

---

1) Wiener medicinische Wochenschrift. 1865. S. 973.

2) Zeitschrift für rationelle Medicin. 1866. Bd. XXVIII. S. 87.

3) Archiv für mikroskopische Anatomie. 1873. Bd. IX. S. 735.

4) Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissensch. zu Wien. Math. naturw. Cl. 1878. Bd. LXXVIII.

5) Allgemeine Anatomie. 1876. S. 512.

ebenfalls im Allgemeinen senkrecht zur Längsaxe des Tastkörperchens stehen, das Bild von Querstreifen des letzteren, die charakteristisch genug sind und schon zu so verschiedenen Deutungen Veranlassung gegeben haben. Es sind also die Kanten der Kolbenzellen (Taf. V. Fig. 54), welche auf senkrechten Durchschnitten der Haut als Querstreifen erscheinen. In der Flächenansicht der Kolbenzellen oder auf dem Querschnitt des Tastkörperchens zeigt sich wie erwähnt die Masse des Kolbens fein granulirt. Dies hängt von der grossen Zahl über einander gelagerter Kolbenzellen ab, obgleich die einzelne Zelle nur sparsame Körnchen darbietet, die wahrscheinlich ihrer Oberfläche angehören.

Man kann leicht beweisen, dass die Kolbenzellen keine terminalen Ganglienzellen sind. Nur eine falsche Deutung des abgeplatteten Zellenendes, indem dasselbe im Profil gesehen wie fadenförmig erscheint, vermochte zu einer Auffassung der Zelle als eines birnförmigen Gebilde Anlass zu geben. In Wahrheit bilden die Kolbenzellen etwas unregelmässig geschichtete Zellensäulen und wie z. B. der mit Ueberosmiumsäure behandelte Querschnitt lehrt (Taf. V, Fig. 46) sind es stets mehrere Zellen, welche wie in den Tastkolben ein Flächensegment des Tastkörperchens constituiren. Da ihre Längsaxe zu derjenigen des Tastkörperchens im Allgemeinen querverrichtet ist, so können sie als Querkolbenzellen bezeichnet werden.

Schon jene platte Beschaffenheit der Zellen spricht entscheidend gegen ihre gangliöse Natur. Noch mehr das chemische Verhalten. Tomsa isolirte die Zellen durch tagelanges Kochen mit Alkohol, der  $\frac{3}{4}$  bis 1% Volumprocente stark rauchender Chlorwasserstoffsäure enthielt. Unter diesen Umständen würden Ganglienzellen schwerlich intact bleiben. Wenn Jemand mit der wirklichen Methode von Tomsa — Merkel<sup>1)</sup> schreibt Letzterem die Anwendung von Salpetersäure statt von Salzsäure irrthümlich zu, was ein Druckfehler sein wird, — nicht zu Stande kommen sollte, so kann das an folgendem Umstande liegen. Verfährt man auch noch so vorsichtig, erhitzt man z. B. zwölf Stunden lang auf dem Wasserbade bis nahe zum Siedepunkt der Alkoholmischung und kocht dann nur einige Minuten lang, so wird, während die Hornschicht der Epidermis sich gut erhält, scheinbar die ganze Cutis

4) l. c. S. 102.

in unzusammenhängende Trümmer verwandelt. Es sieht dann so aus, als hätte sich die Hornschicht abgelöst. In Wahrheit sind die Tastkörperchen an der Innenseite oder Unterfläche der Epidermis erhalten geblieben, sie stecken in der dünnen durchsichtigen Gallertschicht, welche jene Innenseite zu überziehen scheint und an dieser Stelle sind sie aufzusuchen.

Macerirt man Hautstücke Tage lang in 8—10%iger Natronlauge, so lassen sich die Kolbenzellen ebenfalls isoliren (Taf. V. Fig. 48). Sie erscheinen dann leichtkörnig, etwas rauh und ihr Kern ist undeutlich geworden. Durch 0,5—1 %ige Ueberosmiumsäure werden die Zellen gelblich, durch Anilinfarbstoffe wie Eosin werden sie tingirt, nicht aber von Carmin und sonstigen Färbemitteln.

Es entsteht zunächst die Frage, ob die Kolbenzellen für sich allein den Innenkolben zusammensetzen oder ob sie durch irgend etwas getrennt resp. verbunden sind, da ihr Zusammenhalt sich nur vermittelt so eingreifender Reagentien lockern lässt. Kraus (l. c.) schliesst auf eine Art von verbindendem Gewebskitt, der durch Anwendung von Verdauungsflüssigkeit gelöst werden soll. In der That dürfte ein solcher vorhanden sein, aber durch die Methode von Kraus wird seine Existenz nicht über allen Zweifel erhoben. Denn während die Zellen wie die ganzen Tastkörperchen etwas aufquellen, können einzelne der ersteren sich ein wenig mehr von der Fläche, statt ganz auf der Kante stehend zeigen: in Folge davon werden helle Zwischenräume zwischen den dunkeln Querstreifen auftreten müssen, welche letzteren den in reiner Profilansicht gesehenen Kolbenzellen angehören. Auf solchen Gewebskitt ist daher hierbei nur indirect, eben aus der Lockerung des Zusammenhanges der Zellen zu schliessen.

Betrachtet man die Längsansicht der Tastkörperchen, so erscheinen die Querstreifen stärker lichtbrechend, als ihre oft nur schmalen Zwischenräume. Ohne Verschiedenheit im Brechungsindex wäre ja wie bei den Muskelfasern das Bild einer Querstreifung unmöglich. Die Untersuchung überlebender Tastkörperchen ohne Zusatz oder mit Wasser, ferner die Anwendung von Natron, nach Kraus von Verdauungsflüssigkeit, schliesslich das Kochen mit Chlorwasserstoffsäure und Alkohol geben identische Bilder. Während aber bei den andern Reagentien, namentlich durch verdünntes Natron, sowie durch Verdauungsflüssigkeit die Zwischensubstanz ein wenig

breiter zu werden, mithin zu quellen scheint, lassen sich durch die Tomsa'sche Methode nicht nur die Kolbenzellen isolieren, aus denen der Tastkörperchen-Innenkolben aufgebaut ist, sondern zwischen den Kolbenzellen ist gar nichts mehr vorhanden, wie sich beim Aufblättern des Innenkolbens zeigt: die Zwischensubstanz ist mithin aufgelöst.

Das geschilderte Aufblättern demonstriert zugleich, dass der einfachste und wie unten gezeigt wird an sich richtige Erklärungsversuch des Bildes nicht ausreicht. Vorausgesetzt der Innenkolben bestände nur aus Kolbenzellen, so könnten, wie bei Anwendung von Verdauungsflüssigkeit, die stärker lichtbrechenden Querstreifen solchen Zellen angehören, die genau auf der Kante stehend im Profil gesehen werden, während die hellere Zwischensubstanz vielleicht etwas schräg liegenden, in halber oder eher Viertelseitenansicht befindlichen Zellen entsprechen würde. Die bekannte Unregelmässigkeit der Querstreifung, ihr schräger Verlauf u. s. w. scheinen hiermit zu harmoniren. Da aber durch Erhitzen mit Chlorwasserstoffsäure Zellen isolirbar werden, die es vorher nicht waren, so muss mindestens ein Gewebskitt gelöst sein, was Kraus ganz richtig erschlossen hat, obgleich seine Isolirmethode unvollkommener war.

Der Homologie mit den Tastkolben zufolge, in denen unzweifelhaft Scheidewände die einzelnen Zellen trennen, mögen die Wände nun durchgehend und bindegewebig sein, oder jede eine perforirte ringförmige Raphe darstellen, fragt es sich nun aber weiter, ob statt des Gewebskittes nicht eben solche Scheidewände in den Tastkörperchen zwischen je zwei Kolbenzellen anzunehmen sind. Dieselben könnten sehr wohl durch Chlorwasserstoffsäure wie durch Natron zerstört und somit die Zellen isolirbar werden.

Hierdürfte die Ueberosmiumsäure entscheidend sein. Während an frischen oder mit Essigsäure behandelten *Tastkolben* schmale, helle Zwischenräume (Bindegewebsscheidewände) deren einzelne Zellen in der Längsansicht des Tastkolbens trennen, treten nach Behandlung mit 1%iger Ueberosmiumsäure *dunklere* Querstreifen zwischen je zwei benachbarten Kolbenzellen auf (Taf. IV. Fig. 33). Nichts Aehnliches ist an den Tastkörperchen wahrzunehmen, obgleich die Grössenunterschiede weder bei beiden Arten von Terminalkörperchen selbst, noch bei deren Kolbenzellen erhebliche sind.

An Präparaten aus 0,1%iger Ueberosmiumsäure sieht man auf dem Längsschnitt des Tastkörperchens Querstreifen, welche das Licht stärker brechen als die Zwischensubstanz und viel schmäler sind als diese schwächer lichtbrechende Substanz, durch welche sie getrennt werden; letztere enthält die Kerne. Das Bild macht daher ganz den Eindruck, als ob die Kolbenzellen, durch quere Scheidewände getrennt in Fächer eingeschlossen wären, wie es in den Tastkolben wirklich der Fall ist. In etwas stärkerer Ueberosmiumsäure gehärtete und mit Alauncarmin<sup>1)</sup> tingierte Präparate lassen dieselben Verhältnisse, wenn auch nicht so bequem, erkennen. Durch Kochen mit Alkohol und Chlorwasserstoffsäure erhält man nun aber genau die gleichen Bilder (Taf. V. Fig. 54) und da man aus letzteren Präparaten die einzelnen Zellen isolieren kann, so ergibt sich die schon mehrmals erwähnte andere Deutung auch für die Ueberosmiumsäure-Bilder als die richtige: die glänzenden Querstreifen sind wiederum die Zellenränder selbst. Stehen die Kolbenzellen auf der Kante, so erscheint letztere als glänzende doppelcontourirte Linie. Die verdickte Stelle hingegen, wo der Kern liegt und die Substanz des Zellenleibes, wenn sie von der Fläche oder, wie es beim Tastkörperchenlängsschnitt meistens der Fall ist, etwas schräg gesehen wird, erscheinen schwächer lichtbrechend. Die mattere Zwischensubstanz sind also die Zellenleiber, die glänzenderen Querstreifen ihre Kanten oder vielmehr in der Regel der Ausdruck des Aneinanderstossens von *zwei* benachbarten Zellen, zwischen welchen im Allgemeinen nichts Sichtbares weiter sich befindet. Mit anderen Worten: die scheinbaren Querscheidewände sind die Zellenränder selbst, zwischen welchen benachbarte Zellkörper wie eingeschlossen erscheinen.

Hiermit ist zugleich der auffallende optische Unterschied erklärt, der zwischen Tastkörperchen und Tastkolben (Taf. IV. Fig. 33) in den Längsansichten bestehen bleibt, welche Methode man auch anwenden mag.

Im Gegensatz zu obiger Darstellung hat Merkel, wie gleich hier erwähnt werden mag, diese Ueberosmiumsäure-Bilder so gedeutet als ob wirklich jede Kolbenzelle in einem besonderen Fach eingeschlossen wäre. Mit anderen Worten: *dieselben* platten binde-

---

1) Grenacher, Archiv für mikroskopische Anatomie. 1879. Bd. XVI. S. 463.

gewebigen Kolbenzellen beschrieb Merkel (l. c.) theils als birnförmige terminale Ganglienzellen, theils als Perineurallamellen, welche Scheidewände zwischen jenen darstellen — je nachdem sie in schräger oder in reiner Profilsicht sichtbar wurden.

Es bleibt nun noch die fernere Möglichkeit, dass die Zwischenräume zwischen je zwei Kolbenzellen entweder immer oder doch manchmal von Nervensubstanz, speziell von einer hautartigen Axencylinder-Ausbreitung oder einer Terminalscheibe eingenommen würden. Vielleicht könnte diese es sein, welche dem Innenkolben schon bei schwächeren Vergrößerungen und namentlich auf der Querschnittsansicht resp. im Flächenschnitt der Cutis das fein granulirte Ansehen verleiht.

Wie man sieht, würde danach eine sehr reichhaltige Nervenverästelung im Tastkörperchen-Innenkolben vorauszusetzen sein, im Gegensatz zu den isolirten Terminalfasern der Vater'schen, Herbst'schen Körperchen oder der Endkolben. Diese Betrachtung führt sofort zur Frage nach der Nervenendigung im Tastkörperchen.

Meissner<sup>1)</sup> hatte die von ihm aufgestellte Ansicht, dass die Querstreifen der Tastkörperchen quere Nervenfasern seien, durch pathologische Beobachtungen und ich selbst durch das Experiment der Nervendurchschneidung beim Affen (Taf. V. Fig. 49) unterstützt.

Indessen existirte dabei immer eine theoretische Schwierigkeit, die in der grossen Anzahl von queren Terminalfasern bestand. Die in das Tastkörperchen eintretenden doppeltcontourirten Nervenfasern theilen sich bei ihrem Eintritt (öfters gar nicht — vergl. Taf. V. Fig. 51), häufig dichotomisch (Fig. 50), sehr selten trichotomisch oder sogar in fünf Aeste. Um nun die Thatsache zu erklären, dass der Tastkörperchenquerschnitt keine oder doch nur ausnahmsweise und meist am Rande einzelne Streifen zeigt, und um zugleich die wie gesagt öfters sehr grosse Anzahl Querstreifen auf Nervenfasern zurückzuführen, die das Tastkörperchen in jeder Längsansicht darbietet, mag man dasselbe besehen von welcher Seite man will, blieb nichts übrig als *häufig wiederholte* Theilungen der blassen Terminalfasern zu supponiren<sup>2)</sup>. Die directe Beobachtung scheint zwar diese Annahme zuweilen zu bestätigen, factisch

---

1) Beiträge zur Anatomie u. Physiologie der Haut. 1853.

2) Meine allgemeine Anatomie. 1876. S. 515.

lag aber hierin der schwache Punkt der ganzen Theorie und von diesem Punkte aus ist sie definitiv zu beseitigen. Merkel hat ganz Recht darin, dass manche bisherige Abbildungen<sup>1)</sup> keine queren Terminalfasern darstellen. In Wahrheit sind dies Kantenansichten von platten Zellen, Kolbenzellen, gewesen. Der von mir (l. c.) beschriebene zickzackförmige Verlauf und die wiederholte Theilung der vermeintlichen queren Terminalfasern lässt sich sehr einfach aus windschiefen Biegungen der übereinander liegenden platten Zellenleiber erklären.

Was nun die anderweitigen Ansichten über die Nervenendigung innerhalb der Tastkörperchen betrifft, so deutete Gerlach<sup>2)</sup>, gleich nach der Entdeckung derselben, sie bekanntlich als Nervenknäuel. Diese Ansicht ist später in etwas veränderter Form von Oehl<sup>3)</sup>, Rouget<sup>4)</sup> und neuerdings auf Grund der Goldmethode von Fischer<sup>5)</sup> vertreten worden. Letzterer erklärt die Spiraltouren der Nervenfasern, welche das Körperchen durchziehen sollen, für theilweise markhaltig, theilweise marklos und zwar soll dieselbe Faser successive sich verdünnen und dann wieder anschwellen. Dass hierbei Kunstproducte zu Grunde lagen, geht schon aus den vorsichtigen Bemerkungen von Kraus (l. c.), der ebenfalls Goldchlorid anwendete, hervor.

Merkel<sup>6)</sup> scheint sich für die meisten Tastkörperchen dieser Meinung ebenfalls anzuschliessen, insofern die Nervenfasern „sich vielmals aufknäueln“ und dann schliesslich die endständigen Kolbenzellen erreichen sollen, welche als birnförmige terminale Ganglienzellen gedeutet werden. Andererseits: „Von der Perineuralhülle gehen oft kernführende Scheidewände aus, welche das Innere des Körperchens in zwei oder mehrere Abtheilungen scheiden. Diese Lamellen können so zahlreich werden, dass das ganze Körperchen in ein System übereinanderliegender Fächer umgewandelt wird, in welchen nun die letzten Endigungen der Nerven Platz finden.“

Man bemüht sich vergeblich aus dieser confusen Beschreibung und den stellenweise noch mehr verwaschenen Abbildungen eine

---

1) Vergl. z. B. Henle, Eingeweidelehre. 1873. S. 14. Fig. 8.

2) Illustrierte medicinische Zeitung. 1852. Bd. II. S. 87.

3) Annali universali di Medicina. 1857.

4) Archives de physiologie. 1868. S. 591.

5) Archiv für mikroskopische Anatomie. 1876. Bd. XII. S. 364.

6) l. c. S. 145.



Vorstellung zu gewinnen, wie man sich nach Merkel's Ansicht die eigentliche, bisher als blasse Terminalfasern gedeutete Querstreifung des Tastkörperchens zu erklären habe. Sind die Querstreifen spiralförmige Nervenfasern, oder bindegewebige Scheidewände, oder Zellengrenzen oder abwechselnd alles dies zugleich? Aber jene Querstreifen sehen in einem und demselben Körperchen unter sich immer überein aus, mag man Reagentien anwenden, welcher Art man will.

Bestimmter lässt sich die Frage wie gesagt dahin präzisieren, ob zwischen den Kolbenzellen anstatt des geschilderten einfachen Bindemittels oder Gewebskittes nicht in Wahrheit blasse Terminalfasern, vielleicht *Terminalscheiben* nach Analogie mit den Tastkolben oder eigentlich den Grandry'schen Körperchen vorhanden sind. Besäßen die Tastkörperchen einen solchen Bau, wäre zwischen je zwei Kolbenzellen eine Terminalscheibe oder nur eine blasse Terminalfaser mit Endknopf eingeschlossen, so würde man immer noch ziemlich dieselbe Anzahl von queren Terminalfasern (minus 1) erhalten, welche die obige Anschauung forderte. Nur wären nicht die glänzenden dunkelrandigen Querstreifen des Tastkörperchens nervös, sondern im Gegentheil deren helle schmale Zwischenräume. Dann sollte man erwarten, dass sich letztere nach Chromsäure-Behandlung mit Carmin färben liessen, dass sie in Ueberosmiumsäure körnig erschienen wie in den Grandry'schen Körperchen (Taf. IV. Fig. 30) und Tastkolben (Taf. IV. Fig. 33) unter ähnlichen Verhältnissen, endlich müsste wohl nach Nerven-durchschneidung das ganze Tastkörperchen körnig erscheinen, während häufig nur sparsame körnige Streifen auftreten (Taf. V. Fig. 49).

Mit Ueberosmiumsäure und Goldchlorid ist hierbei nichts anzufangen. Speciell die Vergoldung hat in den Händen von Fischer und Kraus bei den Tastkörperchen wie schon erwähnt sehr differente Resultate gegeben. Jedoch muss dabei bemerkt werden, dass die Hautschnitte, welche mir am frischesten nach dem Tode zu Gebote standen, bereits drei Stunden alt waren. Aus den Befunden wagte ich keine bestimmten Schlüsse zu entnehmen.

Härtet man die Haut in concentrirtem doppeltchromsaurem Kali, färbt die senkrechten Durchschnitte mit Carmin und hellt durch Canadabalsam auf, so bleiben die Querstreifen glänzend, stark lichtbrechend, homogen und gelblich. Die Zwischensubstanz

aber kann man schwach roth gefärbt und zugleich etwas körnig erhalten. Dies würde der obigen Voraussetzung von zwischengelagerten Terminalscheiben entsprechen.

Hält man sich jedoch daran, was die directe Verfolgung der eintretenden Nervenfasern ergiebt und lieber von jeder Hypothese frei, so zeigen sich in den Fällen, wo man eine doppelcontourirte Nervenfaser wirklich in das Körperchen eintreten sieht, eine oder zwei blasse Terminalfasern, letztere aus Theilung hervorgehend. Es ist dies dieselbe Beobachtung, die den ursprünglichen Beschreibungen von Meissner und später von mir zu Grunde lag, die Dicke der Terminalfasern entspricht der von mir<sup>1)</sup> angegebenen (0,0023—0,0046 mm).

Man kann frische Haut ohne Zusatz untersuchen oder mit Natron. Wer nicht im Stande zu sein glaubt, von solcher Haut hinlänglich feine Schnitte anzufertigen oder gegen Natron eine Abneigung hegt, weil man gut thut, dabei rasch zu beobachten, kann die Haut vorher in Müller'scher Flüssigkeit conserviren und die Stücke nöthigenfalls gefrieren lassen. Da man bei dieser Methode bekanntlich die Retina mit concentrirter Natronlösung behandeln darf, ohne ihr zu schaden, so werden die seit Kölliker (1852) von Manchen wiederholten Einwendungen gegen die Natronanwendung hierbei unzutreffend. (Vergl. Taf. V. Fig. 50 u. 51.) Aber auch mit Ueberosmiumsäure, Alauncarmin und Canadabalsam erhält man dieselben Bilder (Taf. V. Fig. 46). In letzterer Figur endigt die blasse, noch von Neurilem umhüllte Terminalfaser mit einer unzweifelhaften Terminalscheibe (*T*). Ob die in anderen Fällen auftretenden (Taf. V. Fig. 46 u. Fig. 50) anscheinend knopfförmigen Enden wirklich rundlichen Endknöpfchen oder von der Seite gesehenen platten Terminalscheiben entsprechen, bleibt vorläufig dahingestellt: durch Focus-Aenderung allein ist diese Frage unter den gegebenen Umständen nicht sicher zu entscheiden.

Bei dieser Gelegenheit muss hervorgehoben werden, dass ähnliche Terminalscheiben oder knopfförmig endigende Terminalfasern bereits von Grandry<sup>2)</sup> und Langerhans<sup>3)</sup> abgebildet

---

1) Die terminalen Körperchen u. s. w. S. 84.

2) Journal de l'anatomie. 1869. S. 395. Taf. XV. Fig. 1 u. 2.

3) Archiv für mikroskopische Anatomie. 1873. Bd. IX. Taf. XXX. Fig. 4 und 6.

sind. Ersterer wendete doppeltchromsaures Kali, Letzterer Ueberosmiumsäure an.

Die eigentliche Querstreifung frisch und ohne Zusatz untersuchter Tastkörperchen kann man, um Verwechslungen zu vermeiden, *Kolbenzellenzeichnung* nennen. Sie wird nach dem Gesagten durch die Kantenansichten platter Querkolbenzellen hervorgebracht, welche letztere durch einen in Reagentien auflösbaren, schwächer lichtbrechenden Gewebskitt getrennt werden. Zwischen je zwei Kolbenzellen ist der Regel nach weder eine nervöse Terminalscheibe, noch eine Raphe vorhanden. Hierdurch unterscheidet sich der Innenkolben der Tastkörperchen sehr wesentlich von solchen der Tastkolben und Grandry'schen Körperchen und schliesst sich direct an denjenigen der Vater'schen Körperchen, cylindrischen Endkolben u. s. w. an, nur dass letztere aus Längskolbenzellen bestehen.

Um die Resultate der Untersuchung obiger durch die einzelnen Reagentien erhaltenen verschiedenen Bilder zu resumiren, so zeigt sich die beschriebene Kolbenzellenzeichnung der Tastkörperchen nicht nur im frischen Zustande, sondern auch durch Natron, durch Chromsäure, Kochen mit Chlorwasserstoffsäure u. s. w. Mit dem Unterschiede, dass in letzterer einzelne Kolbenzellen auf schräger Flächenansicht und daher heller erscheinen können.

Eine andere Art von Querstreifung bewirkt verdünnte Essigsäure (Taf. V. Fig. 55). Die Kolbenzellenzeichnung verschwindet und statt derselben treten quere Kerne auf, welche von Kölliker<sup>1)</sup> zuerst richtig beobachtet worden sind.

Mit Ueberosmiumsäure und Alauncarmin sieht man diese Kerne (Taf. V. Fig. 46), ebenso in Chrompräparaten (Taf. V. Fig. 50) mit gewöhnlichem Carmin; man erkennt sie auch an einfachen Ueberosmiumsäure-Präparaten, ferner nach Kochen mit Chlorwasserstoffsäure, nach Anwendung etwas concentrirter Natronlösung etc.; bei diesen Reagentien bleibt aber die Kolbenzellenzeichnung der Körperchen zugleich resp. vorwiegend sichtbar.

Welche Art von Querstreifung andere hier nicht genannte Reagentien hervorbringen, lässt sich im Detail nicht voraussagen. Es würde diese Aufgabe ein passendes Thema für eine Dissertation sein können.

---

3) Gewebelehre. 1852. S. 87.

Durch die vorstehende Auseinandersetzung soll jedoch keineswegs geleugnet werden, dass zu der Tastkörperchen-Querstreifung unter Umständen noch andere Momente beitragen. Nur handelt es sich bei letzteren um sparsame, so zu sagen ganz vereinzelte Querstreifen.

Erstens kommt es häufig vor, nicht nur dass zwei oder noch mehrere Tastkörperchen in einer Papille sitzen (Taf. IV. Fig. 34), sondern auch dass ein längliches Tastkörperchen aus zwei oder drei durch Bindegewebe getrennten Abtheilungen besteht: Zwillings- resp. Drillingstastkörperchen (Taf. V. Fig. 45). Allerdings ist nicht jede ähnliche Scheidewand, die auf dem Körperchenlängsschnitt erscheint, für eine solche faserig-bindegewebige Hülle zu nehmen, wie sie die Abtheilungen der Zwillingskörperchen sondern. Vielmehr dürften schmalere querverlaufende glänzende Linien (Taf. V. Fig. 53) nichts weiter sein, als gleichsam zufällig in reinem Profil erscheinende Kolbenzellen. Fernerhin sind einzelne kernführende Querscheidewände, oder, wie schon erwähnt, Zwillings- und Drillingkörperchen nicht selten.

Zweitens verlaufen die doppeltcontourirten Nervenfasern im Tastkörperchen noch von ihrem Neurilem (Schwann'scher Scheide) begleitet (Taf. V. Fig. 50). Letzteres setzt sich keinenfalls auf die marklosen Terminalfasern fort, mag man dabei den bisherigen Abbildungen (Taf. V. Fig. 46) Gewicht beilegen wollen oder nicht.

Nach dem Gesagten lässt sich die Definition eines Tastkörperchens folgendermassen formuliren.

Es sind länglich-ellipsoidische Körperchen; sie bestehen aus einer kernhaltigen Bindegewebshülle, einem quergestreiften Innenkolben und einer oder mehreren doppeltcontourirten Nervenfasern, die mit wenigen blassen Terminalfasern im Innern des Innenkolbens aufhören. Letzterer wird aus etwa vier Zellensäulen gebildet, die geldrollenartig, doch etwas unregelmässig aufgeschichtet sind; die sie zusammensetzenden Kolbenzellen sind ganz platt mit Ausnahme ihres gegen die Bindegewebshülle des Körperchens gerichteten, verdickten Endes, welches einen länglich-ellipsoidischen Kern enthält.

Zieht man nun in Betracht, dass wie gesagt in manchen Papillen nicht nur zwei (oder mehrere) Tastkörperchen (Taf. IV. Fig. 34), sondern auch wirkliche *Zwillings-* oder *Drillingstastkörperchen* (Taf. V. Fig. 45) vorkommen, d. h. solche längliche Gebilde, in denen

zwei oder drei über einander gelagerte einfache Tastkörperchen von einer einzigen Bindegewebshülle umgeben werden, so lässt sich fragen, ob etwa in den einfachen Tastkörperchen der Regel nach nur eine einzige blasse Terminalfaser vorhanden sei. Die häufig vorkommende dichotomische Theilung würde das Wesen der Sache nicht alteriren und mindestens für den ersteren Fall eine sehr erhebliche Aehnlichkeit zwischen Innenkolben der Vater'schen Körperchen, den cylindrischen und kugligen Endkolben und diesen einfachen Tastkörperchen mit einzelner knopfförmig endigender Terminalfaser sich herausstellen.

In der That erscheint dies wohl als die einfachste und plausibelste Annahme über die Nervenendigung in den Tastkörperchen. Wie man sieht, verläuft die quere Terminalfaser der Hautoberfläche parallel; der Unterschied vom Innenkolben der Vater'schen Körperchen besteht nur darin, dass in letzterem die Kolbenzellen mit ihrer Längsaxe derjenigen des ganzen Vater'schen Körperchens parallel, im Tastkörperchen aber senkrecht auf dessen Längsaxe orientirt sind (vergl. Taf. V. Fig. 54 u. 59). Dürfte man annehmen, dass *alle* erheblich in die Länge der Hautpapille ausgedehnten Tastkörperchen zusammengesetzte wären, was Merkel<sup>1)</sup> bestreitet — freilich ohne dafür Gründe beizubringen —, so würde auch dieser letzte Unterschied zwischen Innenkolben der Vater'schen Körperchen und der Tastkörperchen hinwegfallen.

Wie dem sei, so liess sich jedenfalls die Deduction von Langerhans über die auf Flächenschnitten der Haut sichtbaren Kolbenzellen nicht für beweisend erachten. Denn da die Zwillings- und Drillingstastkörperchen Langerhans unbekannt waren, es auch auf jenen Flächenschnitten an Ueberosmiumsäure-Präparaten kein Mittel gab, sich gegen die Verwechslung zu schützen, so konnte man die in letzteren sichtbaren Kolbenzellen ebenso wohl für Bindegewebszellen der in Flächenansicht erscheinenden Hülle halten. Entscheidend ist hierbei nicht im Mindesten die Ueberosmiumsäure, sondern die von Kraus (l. c.) angewendete Methode, eventuell mit Hülfe von Goldchlorid, auch die Tomsa'sche Methode oder die oben erwähnte Maceration in Natronlauge. — Ueber die Bindegewebshülle der Tastkörperchen besteht ohnehin kein Zweifel mehr.

---

1) l. c. S. 147.

Endlich bleibt noch zu discutiren übrig, ob die blassen Terminalfasern im Inneren des Tastkörperchens von Neurilem bekleidet werden, da man sog. Perineuralscheiden der Terminalfasern im Tastkörperchen direct beobachtet und abgebildet hat. Indessen lassen wenigstens die Terminalscheiben oder Endknöpfchen keine besondere Umhüllung erkennen.

Möglicherweise könnte jedoch jenes anscheinende Neurilem eine Axencylinderscheide, also ein Ueberzug nicht des Nervenmarkes, sondern des Axencylinders sein, den letzterer gleichsam aus dem Inneren der doppelcontourirten Nervenfasern mitbringen würde<sup>1)</sup>. Jener „hautähnliche“ Ueberzug, den die Terminalfaser der Vater'schen Körperchen nach Herbst<sup>2)</sup> und vielen anderen Beobachtern älterer Zeit besitzen sollte, ist nun freilich eine dünne Lage von Nervenmark gewesen, was ich oben (S. 66) wie schon früher<sup>3)</sup> ausführlich discutirt habe. Immerhin wird es gerathen sein, die Frage nach einer Hülle des Axencylinders an diesem Orte einstweilen in suspenso zu lassen.

Früher hatte ich<sup>4)</sup> angegeben, dass die Adventitia (damals sog. Neurilem) der doppelcontourirten Nervenfasern in die Bindegewebshülle der Tastkörperchen übergeht und später<sup>5)</sup> dieselbe Angabe für das Neurilem (Schwann'sche Scheide) wiederholt. Dies ist selbstverständlich kein Widerspruch, sondern vielmehr in Uebereinstimmung mit den Verhältnissen der Grandry'schen Körperchen, bei denen das Neurilem in die innerste Lage der Bindegewebshülle sich fortsetzt.

### XIII. Leydig'sche Körperchen.

Leydig<sup>6)</sup> entdeckte in den Papillen der Daumenwarze des männlichen Frosches kleine ellipsoidische Terminalkörperchen und nannte sie Tastkörperchen. Um Verwechslungen mit den Tast-

---

1) Vergl. Hans Schultze, Archiv für Anatomie u. Physiologie. Anat. Abth. 1878. S. 276.

2) Ueber die Pacini'schen Körperchen. 1848. S. 61, 64, 116.

3) Die terminalen Körperchen u. s. w. 1860. S. 63.

4) Die terminalen Körperchen u. s. w. 1860. S. 78.

5) Allgemeine Anatomie. 1876. S. 511.

6) Archiv für Anatomie und Physiologie. 1856. S. 154.

körperchen der Primaten zu vermeiden, habe ich<sup>1)</sup> den Ausdruck Leydig'sche Körperchen vorgezogen.

Wenn Jemand die nervöse Natur der Körperchen desshalb bezweifeln wollte, weil von ihm selbst die Nerven in den Papillen der Daumenwarze vermisst wurden, so ist Letzteres wohl nur der Ungeschicklichkeit des Beobachters zuzuschreiben (S. 75), da über die Thatsache kein Zweifel besteht. Es kommt darauf an von der frischen Froschhaut brauchbare Durchschnitte anzufertigen. Um so glänzender erscheint die Entdeckung Leydig's, der seine Körperchen mit den damaligen (1856) noch ganz unvollkommenen Hilfsmitteln aufgefunden hat.

An vielen Hautstellen anderer Anuren, namentlich bei *Bufo cinereus*, *Bombinator igneus* etc. sind von Leydig<sup>2)</sup> ähnliche Terminalkörperchen beschrieben worden. Cartier<sup>3)</sup> fand solche bei Reptilien: Krokodil, Eidechsen, Schlangen, ferner Leydig<sup>4)</sup> bei Schlangen, Merkel<sup>5)</sup> auch an sonstigen Hautstellen männlicher und weiblicher Frösche. Wenngleich nicht in allen diesen Fällen der Bau klar erkannt worden ist, woran vorzugsweise die Kleinheit der Organe und die Feinheit der sie versorgenden Nervenfasern die Schuld tragen dürfte, so lässt sich doch gegenüber den mannigfachen Deutungen, welche die genannten Forscher ihren Beobachtungen gegeben haben, nicht bezweifeln, dass die fraglichen Terminalkörperchen mit den Leydig'schen Körperchen des Froschdaumens im Wesentlichen übereinstimmen. Sie scheinen sämtlich aus Querkolbenzellen zusammengesetzt zu sein, doch ist ihr feinerer Bau keineswegs genügend aufgeklärt.

Die Leydig'schen Körperchen (Taf. V. Fig. 56) bestehen aus einer kleinen Anzahl unregelmässig gestellter ellipsoidischer Kerne, die vermuthlich in Zellen eingeschlossen sind. Zwischen denselben windet sich eine sehr feine Terminalfaser hindurch, welche, so weit dies zu constatiren ist, frei endigt. Die Körperchen be-

1) Allgemeine Anatomie. 1876. S. 525.

2) Nova acta academ. caes. Leopoldino-Carolin. 1868. Bd. XXXIV. S. 33. — Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. XII. 1875, S. 152. 1876, S. 518.

3) Verhandlungen der medicinisch-physikalischen Gesellsch. zu Würzburg. 1872. Bd. III. S. 281.

4) Archiv für mikroskopische Anatomie. 1872. Bd. VIII. 349.

5) l. c. S. 109.

sitzen eine dünne Bindegewebshülle und sind von eiförmiger Gestalt. Wendet man 0,2 %ige Ueberosmiumsäure 24 Stunden lang an, so lässt sich das Epithel mit Nadeln vorsichtig entfernen, Durchschnitte von nachträglich in absolutem Alkohol gehärteter Daumenwarze, die nur eine Papillenreihe enthalten, kann man mit Alauncarmin gefärbt in Canadabalsam conserviren. Die Kerne erscheinen dann theilweise quergestellt (Taf. V. Fig. 63), woran die Körperchen von Capillarschlingen der Gefässpapillen (Fig. 63g) zu unterscheiden sind. Die Nervenfasern sind aber zu fein, um bei dieser Methode innerhalb der Papillen kenntlich zu werden.

Es muss noch bemerkt werden, dass die mehr quere oder die mehr unregelmässige Stellung der Kerne nicht wohl auf die Geschlechtsfunction resp. Jahreszeit zurückgeführt werden kann, wie es Ciaccio<sup>1)</sup> versucht hat. Denn die beiden abgebildeten (Taf. V. Fig. 56 u. 63) verschiedenen Körperchen wurden beide Anfang Juli bei frisch eingefangenen Fröschen gefunden.

#### *XIV. Tastzellen.*

Leydig<sup>2)</sup> hatte in einer langen Reihe von Arbeiten (seit 1851) gezeigt, dass bei verschiedenen Wirbellosen (Krebsen, Insecten u. s. w.) die Hautnerven mit terminalen Ganglienzellen aufhören und vermuthete (seit 1859), dass auch bei Wirbelthieren wenigstens ein Theil der Hautnerven mit Terminalganglienzellen endigen möchte.

Diese Vermuthung hat eine Bestätigung gefunden, die, wie sich aus dem Folgenden ergeben wird, leider nur eine scheinbare ist.

Als Tastzellen von beträchtlicher Grösse (bis zu 0,056 mm) bildete Merkel<sup>3)</sup> Flächenansichten der Grandry'schen Körperchen ab. Dies folgt unzweifelhaft aus dem Umstande, dass *alle* doppelt-contourirten Nervenfasern im Schnabel der Entenvögel, wie sehr leicht zu zeigen ist, entweder in Herbst'schen resp. Key-Retzius'schen Körperchen oder in Grandry'schen Körperchen endigen.

1) Della pelle della rana esculenta. 1867.

2) Vom Bau des thierischen Körpers. 1864. S. 96. — Archiv für mikroskopische Anatomie. 1876. Bd. XII. S. 518.

3) Archiv für mikroskopische Anatomie. 1875. Bd. XI. Taf. XLII. Fig. 3.



Wenn man in einer solchen Flächenansicht die Terminalscheibe recht deutlich einstellt, so werden die Kerne der beiden Kolbenzellen undeutlich, da sie in anderen Focal-Ebenen sich befinden und vice versa.

Hierin wird der Grund liegen, weshalb Merkel lange Zeit die wahre Nervenendigung in den Grandry'schen Körperchen nicht richtig gewürdigt hatte. Dass die Terminalfaser breit und abgeplattet aufhört, mag Demjenigen fremdartig erschienen sein, der die Abplattung der Terminalfasern in den Vater'schen und namentlich Herbst'schen Körperchen nicht schon aus eigener Anschauung kannte.

Nachdem nun A. Key und Retzius das wirkliche Nervenende in den Grandry'schen Körperchen vermuthet hatten, nachdem schon vorher von mir die Terminalfasern gesehen, als solche bezeichnet und beschrieben wenn auch damals nicht abgebildet waren (Abbildungen hatte bereits Grandry gegeben), nachdem endlich Ranvier die Vermuthung von A. Key und Retzius adoptirt und für sich selbst zur Gewissheit erhoben hatte, indem er die Terminalscheibe als *disque tactile* bezeichnete, mag es klar geworden sein, dass es mit der Nervenendigung in terminalen Ganglienzellen doch bedenklich stehe und dass die Tastzellen wenig Aussicht hätten, jemals aus dem grossen Sack der zweifelhaften Nervenendigungen herauszukommen, in den Niemand gern hinein will.

Keiner unter allen späteren Untersuchern (Key und Retzius, Izquierdo, Hesse, ich selbst) haben jemals eine Spur von *einfachen* Tastzellen im Entenvögelschnabel etc. gesehen. Sehr begreiflich, denn wer die Grandry'schen Abbildungen kannte, konnte die Flächenansichten von dessen Körperchen ohne Weiteres richtig deuten.

Diese besonders grossen <sup>1)</sup> und schönen einfachen Tastzellen sind aus dem Text der definitiven Merkel'schen Darstellung vollständig verschwunden. Es ist stets nur die Rede von Flächenansichten der Zwillingtastzellen d. h. von den durch Grandry entdeckten Körperchen.

Die Erklärung, wie man eine Flächenansicht des Grandry'schen Körperchens für die Ansicht einer Tastzelle nehmen kann — falls man von der Bindegewebshülle abstrahirt — ergibt sich sehr einfach aus den eigenthümlichen Anordnungen im Entenvögelschna-

---

1) Merkel, Göttinger Nachrichten. 1875. S. 125.

bel. Die Grandry'schen Körperchen sind stets so orientirt, wie Merkel<sup>1)</sup> bald darauf richtig angegeben hat, dass ihre Flächen der Epidermis parallel liegen. Da nun der weniger pigmentirte, mehr grau gefärbte Schnabelrand nicht einen Cylinderabschnitt darstellt, sondern seine Oberfläche ähnlich einer Spiralfäche gekrümmt, jedenfalls windschief gebogen ist, so kommt es sehr leicht in grösseren Schnittpräparaten vor, dass man zwar grösstentheils Seitenansichten, am Ende des Schnittes aber einzelne Flächenansichten von Grandry'schen Körperchen zu sehen bekommt. Besonders ist dies der Fall, wenn man, wie es am natürlichsten ist, die senkrechte Schnittebene rechtwinklig auf die Längsaxe des Schnabels stellt. Kennt man nun die Terminalscheibe nicht, so hat man dann freilich Tastzellen und Zwillingtastzellen in Menge.

Späterhin hat Merkel<sup>2)</sup> eine Profilansicht einer einfachen Tastzelle abgebildet. Dieselbe zeigt sich an den Seiten von concentrischen Lamellen umgeben und wenn diese Deutung richtig wäre, so müsste man in der Flächenansicht runde Tastzellen, von concentrischen Kreisen umgeben, zu sehen erwarten, die wie hinfänglich bekannt wiederum nicht vorkommen. Das betreffende mikroskopische Bild ist mir ebenfalls in Ueberosmiumsäure-Präparaten begegnet und im Anfange wusste ich nicht recht, was ich daraus machen sollte. Solche Formen zeigten sich jedoch besonders am Rande sehr feiner, keilförmig auslaufender Schnitte und die Deutung ist eine sehr einfache. Es ist eine sog. Drillingstastzelle in der Seitenansicht, welcher die oberste und unterste Zelle schräg weggeschnitten sind, das keilförmige Ende des Körperchens wie des ganzen Hautstückchens lag nach dem Beschauer zu. Nur die mittelste der drei Kolbenzellen mit ihrem Kern blieb erhalten, die übrigen sind zerstört. Die scheinbaren concentrischen Lamellen entsprechen der zerrissenen und etwas phantasie reich aufgefassten doppelten (oberen und unteren) Raphe und der Hülle des ganzen zusammengesetzten Grandry'schen Körperchens.

Wenigstens für die mir vorgekommenen Formbildungen war diese Deutung zutreffend. Will man sie nicht acceptiren, so würde das fragliche Körperchen für eine Uebergangsform zwischen Grandry'schen und Key-Retzius'schen Körperchen zu halten sein (Taf. IV.

1) Archiv für mikroskopische Anatomie. 1875. Bd. XI. S. 640.

2) Archiv für mikroskopische Anatomie. 1878. Bd. XV. Taf. XXVI. Fig. 9.

Fig. 36), wobei einige Kerne des Innenkolbens zum Theil übersehen sein mögen. — Interessante Uebergangsformen finden sich beiläufig bemerkt im Schnabel des Spechtes (*Picus canus*).

Als zweiter Versuch die einfachen Tastzellen zu retten, muss es gedeutet werden, wenn Merkel<sup>1)</sup> abgeschnittene Stücke der Seitenflächen von Grandry'schen Körperchen als solche Zellen figuriren lässt. Dass es sich um weiter Nichts handelt, zeigt, falls es noch nöthig sein sollte dies zu beweisen, ein Blick auf die hier gegebene Abbildung (Taf. V. Fig. 60), wonach diese angeblichen einfachen Tastzellen auch ganz ohne Nerven vorkommen, was nach dem Gesagten sehr begreiflich ist.

Dass bei grossen zusammengesetzten Grandry'schen Körperchen Unregelmässigkeiten in der Anordnung der Kolbenzellen anzutreffen sind (Taf. IV. Fig. 32), dass die am Ende des Körperchens gelegenen Zellen kleiner sind, als die übrigen und häufig windschief verbogen erscheinen, versteht sich — ganz abgesehen von zufälliger Verstümmelung grösserer Grandry'scher Körperchen durch die Schnittführung — für derartige Formen terminaler Körperchen eigentlich von selbst. Nicht von selbst versteht es sich aber, wenn auf solche Unregelmässigkeiten hin die Ranvier'sche Formel — so werthlos (S. 89) die Aufstellung derselben an sich sein mag — in Betreff des Verhältnisses von Terminalscheiben und Kolbenzellen bestritten werden soll. Denn die wirkliche Nervenendigung in Terminalscheiben ist bei den unregelmässigen und zusammengesetzten Grandry'schen Körperchen jedenfalls nicht anders beschaffen, als in den gewöhnlichen, was sich schon von vornherein vermuthen liess.

Nun bleibt drittens der Versuch übrig, auch am Entenvogelschnabel die Tastzellen aus der Cutis in die Epidermis vorrücken zu lassen und vice versa. Verfolgen wir diese Zellen ein wenig auf ihrer Wanderung, wobei zunächst die sog. Tastzellen der Säuger in Betracht gezogen werden müssen.

In der untersten Zellschicht des Rete mucosum der Epidermis der Fingerhaut, besonders leicht demonstrirbar aber in den homologen Schichten des Schweinsrüssels, der Katzennase u. s. w. finden sich nämlich Zellen, die in Ueberosmiumsäure-Präparaten sofort durch ihre helle Beschaffenheit auffallen (Taf. V. Fig. 57).

1) l. c. 1880. Taf. X. Fig. 13.

Sie besitzen deutliche Kerne, sind von einer scharfen Contour begrenzt, meist von ellipsoidischer Gestalt und wie gesagt hell, was den Raum zwischen Randcontour und Kern betrifft.

Sie kommen auch in der Epidermis am Schnabel der Entenvögel vor, ohne ausschliesslich auf die tiefste Zellenlage beschränkt zu sein. An Ueberosmiumsäure-Präparaten ist Nichts weiter über diese Zellen zu ermitteln. Wendet man aber 0,25 %ige Chromsäure an, so sieht man die Zellen ebenfalls und nun zeigen sich ihre Kerne mit den durch Flemming u. A. so bekannten *Kernfiguren* ausgestattet (Taf. V. Fig. 58). Natürlicherweise ist das Object nicht das geeignetste für das Studium dieser Zellenvermehrung, die man schon anderweitig kennen muss; sie wird hier beiläufig erwähnt, weil Flemming resp. Pfitzner sich nähere Aufklärungen über Kernfiguren in der Keimschicht der Epidermis, wie Ersterer sehr hübsch das Rete mucosum zu nennen vorschlägt, vorbehalten hat.

Kaum irgendwo bequemer als im Schnabel der genannten Vögel lässt sich zeigen, dass wie gesagt sämtliche doppelcontourirten Nervenfasern daselbst mit terminalen Körperchen aufhören. Wo die Nervenendigung in dieser Hinsicht nicht so leicht aufzufinden ist, also z. B. im Schweinsrüssel, hat man mehr Chance an etwas schrägen und dickeren, durchsichtig gemachten Schnitten doppelcontourirte Nervenfasern sich zwischen die genannten Zellen projiciren zu sehen. Doch ist dies keineswegs immer der Fall; z. B. in Fig. 57 (Taf. V.) ist überhaupt keine Nervenfaser vorhanden. Da dergleichen Präparate keineswegs selten vorkommen, so folgt schon daraus ohne Weiteres, dass diese sog. Tastzellen mit den Nerven überhaupt gar nichts zu thun haben. Noch leichter gelingt einem praeoccupirten Beobachter die erwähnte Projicirung an Stellen, wo die wahre Nervenendigung unbekannt ist, wie in den Haarbälgen. Da hierzu noch der in diesem Sinne günstige Umstand hinzutritt, dass der Haarbalg einen durchsichtigen Hohlcylinder darstellt, in dessen Wand die Nervenfasern verlaufen, so begreift es sich, wie der Eintritt doppelcontourirter Nervenfasern in die äussere Wurzelscheide und deren Zusammenhang mit besonderen Elementen der letzteren von verschiedenen Beobachtern behauptet worden ist. Was die daselbst befindlichen in Vermehrung begriffenen Zellen betrifft, so dürfte, wenn die Regenerationserscheinungen an allen diesen Stellen erst genauer verfolgt sein werden, es nirgends mehr bezweifelt werden, was

jetzt schon die Verfolgung der Nervenfasern direct ergibt, dass letztere mit den fraglichen Zellen nicht in Zusammenhang stehen — genau wie es von dem ersten Entdecker<sup>1)</sup> dieser Gebilde in der äusseren Wurzelscheide (beim Hunde) gleich Anfangs mitgetheilt wurde. Hiermit stimmen die Angaben von Izquierdo<sup>2)</sup>, der unter Waldeyer's Leitung arbeitete, überein.

Wer nun aber glaubt, dass Tastzellen in der Epidermis vorkommen, oder sich auch nur erinnert, dass die Nervenzellen ebenfalls vom Ectoderm abstammen, wird die Vermuthung hegen können, dass einestheils jene Zellen gleichsam in das Epithel vorrücken möchten<sup>3)</sup> oder dass andererseits z. B. die Grandry'schen Körperchen ihre Entstehung Zellen des Ectoderms verdanken, die in die Tiefe gewandert sind.

Letzterer Anschauung entsprechend beschrieb Izquierdo (l. c.) eine sehr rasche Entwicklung der Grandry'schen Körperchen. Sie sollen vier bis fünf Tage vor dem Auskriechen von Enten-Embryonen aus Epithelzapfen sich abschnüren, die in die Gipfel der Zungenpapillen sich einsenken und secundär eine bindegewebige Umhüllung erhalten.

Diese Darstellung liesse sich hören, wenn der Vorgang in ganz frühe Zeit beim Embryo zu verlegen wäre, z. B. analog der Bildung resp. Schliessung der Medullarrinne. Bei nur wenige Tage jüngeren Embryonen, als die ersterwähnten waren, sah Izquierdo noch keine Andeutung von Grandry'schen Körperchen.

Folgerichtiger Weise begann ich die Prüfung dieser Angaben an genau 21 Tage bebrüteten Enteneiern der Ailesbury-Race. Da schon der erste Schnitt ein definitives Resultat ergab, so hielt ich es nicht für nöthig, auf frühere Stadien zurückzugehen. Denn es kam nicht darauf an, die Entwicklung der Grandry'schen Körperchen definitiv festzustellen, so vielversprechend ein solches Unternehmen nach verschiedenen Richtungen hin auch sein würde, sondern nur darauf, die etwaige Unrichtigkeit der von anderer Seite bereitwillig acceptirten Izquierdo'schen Angaben darzuthun. Hierbei war noch in Betracht zu ziehen, dass schon Hesse<sup>4)</sup> gesagt hatte, die Entwicklung der Grandry'schen Körperchen erfolge

1) Leydig, Archiv für Anatomie und Physiologie. 1859. S. 728.

2) Beiträge zur Kenntniss der Endigung der sensiblen Nerven. 1879. S. 49.

3) Merkel, Göttinger Nachrichten. 1875. S. 127.

4) Archiv für Anatomie und Physiologie. 1878. Anat. Abth. S. 304.

bei der Ente sehr rasch binnen wenigen Tagen um die Zeit des Auskriechens.

Härtet man nun die Schnäbel von 21tägigen Enten-Embryonen in 1 %iger Ueberosmiumsäure, nachher in Alkohol und hellt die Schnitte mit Nelkenöl und Canadabalsam auf, so zeigt sich zum nicht geringen Staunen des Untersuchers, dass alle Grandry'schen Körperchen bereits vollständig fertig sind. Sie liegen am Schnabelrande in geringer Tiefe (ca. 0,1 mm) unter der Epidermis, und zwar so dicht gedrängt, dass dazwischen kaum etwas Platz hat, als die Capillargefässe. Die Flächenansichten geben die klarsten Bilder (Taf. V. Fig. 52), man kann die Kerne der beiden Kolbenzellen an ihrer Grösse erkennen und die Körperchen selbst ohne Mühe von Querschnitten Key-Retzius'scher Körperchen unterscheiden, die in dem tiefer gelegenen Stratum zwischen Grandry'schen Körperchen auftreten. Die Key-Retzius'schen Körperchen (Taf. V. Fig. 61 u. 62) gleichen ganz den Anlagen von Herbst'schen Körperchen auf ähnlicher Entwicklungsstufe beim Hühnchen, die ich<sup>1)</sup> vor Jahren schilderte. Ihre Umhüllungen haben sich noch nicht differenzirt, anstatt der Bindegewebshülle und der Lamellensysteme oder der Querfaserschicht der Herbst'schen Körperchen sieht man wie gesagt nur eine Menge dicht gedrängter Kerne. Doch ist die Form dieselbe wie beim erwachsenen Vogel (vergl. Taf. III. Fig. 9 u. 17). An dem Fehlen dieser Kernzone, an der mehr kugligen Form und geringeren Grösse sind die Grandry'schen Körperchen des 21tägigen Embryos sehr leicht von den Key-Retzius'schen Körperchen zu unterscheiden. Dass es sich aber wirklich um Grandry'sche und nicht etwa um in ihrer Entwicklung zurückstehende Key-Retzius'sche Körperchen handelte, ergibt die Vergleichung mit dem 28tägigen Embryo also unmittelbar vor seinem Auskriechen. — Beim 21tägigen Embryo beträgt die Länge der Grandry'schen Körperchen durchschnittlich 0,04, die Breite 0,035 mm, also etwa  $\frac{2}{3}$  der Dimensionen beim erwachsenen Thier. Die Kerne der Kolbenzellen scheinen dagegen eher grösser zu sein. Für die Key-Retzius'schen Körperchen ergab sich etwa 0,09 Länge, 0,06 mm Breite.

Es bedarf wohl kaum noch der Erwähnung, dass in der Zunge 21tägiger Embryonen Grandry'sche Körperchen von ähnlichem Durchmesser (vergl. Taf. V. Fig. 52) und etwa halber Dicke und

---

1) Die terminalen Körperchen der einfach sensiblen Nerven. 1860. S. 40.

Beschaffenheit nachzuweisen sind, die an Präparaten aus 1 %iger Chromsäure unter anderem auch die Raphe in ihrer Profilsicht erkennen lassen.

Nur für die Vater'schen und Herbst'schen Körperchen ist es direct erwiesen, dass ihre Innenkolben als Verdickungen des Neurilems (Schwann'sche Scheide), welches ursprünglich der Terminalfaser angehörte, zu betrachten sind. Denn das letztere geht in die innerste Kapsel und auch bei den Grandry'schen Körperchen in deren Homologon über. Für die übrigen terminalen Körperchen kann das gleiche Verhalten nur aus der vorauszusetzenden Homologie erschlossen werden. Man könnte aber fragen, ob es nicht Innenkolben gebe, deren Kolbenzellen vom Ectoderm abstammen, anstatt vom Mesoderm. So sehr man — ganz abgesehen von den Beobachtungsergebnissen — geneigt sein wird, Letzteres bei den tiefer liegenden Terminalkörperchen, namentlich den Vater'schen Körperchen anzunehmen, so gibt es doch so viel Epithel-Einschlüsse in der Tiefe, dass ein durchschlagender Einwand daraus nicht hergenommen werden kann. Auch das Freisein der Tastkörperchenpapillen von Blutgefäßen weist auf eine verminderte Betheiligung des sog. mittleren Keimblattes hin. Wie dem sei, so lässt sich jedenfalls so viel sagen, dass alle Umhüllungen der Terminalfaser in den Terminalkörperchen bis an den Innenkolben heran, also incl. der innersten Kapsel Vater'scher Körperchen nichts weiter sind, als vermehrte und verdickte Adventitia der doppeltcontourirten Nervenfasern (vergl. S. 67), sowie dass wahrscheinlich alle Innenkolben Verdickungen Schwann'scher Scheiden darstellen.

Nach vorstehender Deduction setzt sich die etwas bunte Gesellschaft der sog. Tastzellen folgendermassen zusammen;

1. Grandry'sche Körperchen in Flächenansicht (Taf. IV. Fig. 29).
2. Abgeschnittene Stücke von solchen (Taf. V. Fig. 60).
3. Theilstücke zusammengesetzter Grandry'scher Körperchen in Profilsicht (vergl. S. 118), oder von Tastkolben (vergl. meine allgemeine Anatomie S. 538).
4. Kleinere Kolbenzellen an der Peripherie zusammengesetzter Grandry'scher Körperchen (Taf. IV. Fig. 32).
5. In Kerntheilung begriffene Epidermiszellen (Taf. V. Fig. 57 u. 58).
6. In Kerntheilung begriffene Zellen der äusseren Wurzelscheide von Haarbälgen.

7. Kolbenzellen der Tastkörperchen (Taf. IV. Fig. 35. Taf. V. Fig. 54).

8. Zufällig in Flächenansicht erscheinende Kerne der Hüllen von Terminalkörperchen, namentlich von Endkapseln (vergl. Taf. III. Fig. 3  $\frac{1}{2}$ ) oder Genitalnervkörperchen.

9. Bindegewebszellen der äusseren Hülle an der Spitze von Tastkörperchen (vergl. Taf. IV. Fig. 35).

10. Hier und da mögen an Ueberosmiumsäure-Präparaten auch Querschnitte leerer Capillargefässe mit untergelaufen sein.

In allen diesen Fällen ist die Continuität mit Nervenfasern, auf die es allein ankommt, wohl vermuthet, zuweilen auch behauptet, niemals aber auch nur an einem einzigen unzweifelhaften Präparat demonstrirt worden. Ein Commentar zu der obigen Zusammenstellung ist wohl nicht nöthig.

## XV. Physiologisches.

In dieser Beziehung hat der letzte Nachuntersucher auf dem fleissig cultivirten Gebiete der Endigungen einfach-sensibler Nerven mit kurzen Worten als sein Endresultat<sup>1)</sup> proclamirt: „Die Nervenendigungen in der Haut der luftlebenden Wirbelthiere sind verschieden gebaut nach der topographischen Lage aber nicht nach der physiologischen Function.“

Dieser Satz ist nun freilich leicht zu widerlegen. Ziehen wir zunächst die Vater'schen Körperchen in Betracht. Sie liegen z. B. im Mesenterium der Katze, in den Zwischenknochenräumen des Vorderarmes und Unterschenkels, an den Gelenken, überall aber so, wie sie angeordnet sein müssten, wenn man die darin befindlichen Nervenenden, gleichsam auf die raffinirteste Weise, soweit es die im Thierkörper gegebenen Mittel erlauben, gegen Temperaturschwankungen geschützt haben wollte. Die tiefe Lage, das umgebende Fettgewebe, die Durchspülung der inneren Schichten dieser Körperchen mit dem gleichmässig temperirten Blut des Körper-Innern u. s. w. sind solche Hilfsmittel.

Anderen Terminalkörperchen hat man gleichsam actives Tastvermögen zugeschrieben. Der Name selbst ist von dem vorzüg-

---

1) Merkel, Ueber die Endigungen der sensiblen Nerven in der Haut der Wirbelthiere. 1880. S. 187.



lichsten Tastorgan: der menschlichen Hand — hergenommen. Dieselben quergestreiften Körperchen finden sich in der Hand des Affen, im Greifschwanz von Ateles, wo sie kürzlich durch Jobert bestätigt wurden (S. 98), nicht aber in der Conjunctiva des Auges, die niemals zum Tasten dienen kann. Hier wie an anderen Orten werden sie durch Endkolben ersetzt.

Wieder besondere Formen sehen wir an den Geschlechtsorganen, im Penis und der Clitoris des Menschen wie des Kaninchens, Hundes etc. ausgezeichnet durch ihre complicirte und kaum vollständig entzifferte Structur. Freilich helfen sich die Einen (A. Key u. Retzius und Izquierdo) damit, diese Genitalnervenkörperchen kurzweg für Endkolben zu erklären; ein Anderer (Merkel, l. c.) zieht vor, sie Tastkörperchen zu nennen.

Jedenfalls können wir den morphologischen Zusammenhang der terminalen Körperchen unter einander abgesehen von ihrer Function untersuchen. Ausgeschlossen bleiben dabei ausser den Froschsehnern vorläufig die Nervenendigungen am Fischkörper, welche Leydig als Organe eines sechsten Sinnes bezeichnete. Ob sie einfach Tastempfindungen dienen, erscheint unter allen Umständen nicht wenig zweifelhaft.

Der Fisch hat gar nichts zu tasten ausser etwa mit Lippen, Bartfäden und Flossen. Ebenso wenig kann sein Körper Wasserwellen wahrnehmen, wie vermuthet worden ist. Entweder steht der Fisch ruhig und lässt sich mit dem Strome treiben, dann empfindet er davon so wenig wie wir in einem Luftballon Wind empfinden können, mag auch der Ballon in einer Nacht von Paris nach Norwegen geführt sein. Oder der Fisch bewegt sich durch das Wasser, gleichviel ob mit, ob gegen, oder ohne Strom. Dann wird ihm die Grösse des relativen Widerstandes des Wassers schon durch sein Muskelgefühl bemerklich. Hiernach lässt sich die Hypothese vertheidigen, dass es physikalische oder chemische Qualitäten des Wassers sind, die sowohl von den Seitenorganen, als z. B. von dem Gaumenorgan der Cyprinoiden u. s. w. percipirt werden, wobei freilich nicht an eine Geschmacksempfindung zu denken ist. Die Fische sind bekanntlich sehr empfindlich gegen schlechtes Wasser, gegen dessen Salzgehalt u. s. w., sie sterben leicht bei Sauerstoffmangel im Wasser; vielleicht percipiren sie letzteren oder andere nicht zu definirende Qualitäten der Flüssigkeit, worin sie gerade schwimmen.

Lässt sich hiernach vermuthen, dass die verschiedenen Functionen des Drucksinnes, Wärmesinnes, Muskelsinnes, der Geschlechtsempfindung u. s. w. mit dem verschiedenen Bau der betreffenden Endapparate im Causalnexus stehen mögen, so ist es eine andere und von der Physiologie augenblicklich noch vernachlässigte Frage, inwiefern die Mannigfaltigkeit der Function aus dem verschiedenen Bau ganz oder theilweise abzuleiten sein möge. Selbstverständlich ist dabei dass den Terminalkörperchen die Zuleitung von Gefühlsempfindungen überhaupt zuzuschreiben sein wird, namentlich solche Dinge sind als allen Körperchen Gemeinsames aufzufassen, welche wie der Raumsinn in ganz anderen Einrichtungen resp. sogar in den Centralorganen des Nervensystems begründet sich herausstellen.

Die Function der Vater'schen Körperchen, mechanischen Zug in hydrostatischen Druck umzusetzen, habe ich<sup>1)</sup> durch eine Experimental-Untersuchung zu begründen versucht, bei der keine Geringeren als der Mathematiker Riemann und der Physiker Oskar Emil Meyer (in Breslau) mit Hand anlegten. Dem queren Verlauf der Terminalfasern in den Tastkörperchen hat Meissner<sup>2)</sup>, ebenfalls auf Experimental-Untersuchungen gestützt, schon früher eine besondere physiologische Bedeutung zugeschrieben. Weitere derartige Untersuchungen scheinen auf diesem Gebiete nicht angestellt zu sein, was vielleicht darin seinen Grund findet, dass dem Physiologen, der nicht selbst mikroskopisch nachuntersucht, dergleichen Nervenendigungen als zu sehr mit Controversen behaftet erschienen sein mögen.

Den Formenreichthum terminaler Körperchen, wie ihn die Natur geliefert hat, kann man nicht vermindern. Es wäre allerdings bequemer, für die Darstellung oder den Vortrag, wenn es nur zwei oder drei Sorten geben würde. Da dies leider nicht der Fall ist, erklärt sich das Bestreben, die Sachen womöglich übersichtlicher zu machen, indem man tiefer in den feineren Bau der Körperchen eindringt.

Jedenfalls den ungeeignetsten Weg zur Vereinfachung der Darstellung hat Merkel selbst eingeschlagen. Wenn man die Formenreihe verkürzen will, darf man keine neue Form entdecken.

---

1) Zeitschrift für rationelle Medicin. 1863. Bd. XVII. S. 278.

2) Zeitschrift für rationelle Medicin. 1859. Bd. VII. S. 92.

Wäre nicht die betreffende Monographie wie gewöhnlich mit einem rationellen Firniss überkleidet, so würde die Bedeutung der schönen Bausteine klarer hervorgetreten sein, welche einestheils in den hier (S. 57) sogenannten Kolbenkörperchen bei Reptilien, andererseits in dem Nachweis der Zusammensetzung der Innenkolben in den Herbst'schen u. s. w. Körperchen aus (Kolben-) Zellen gegeben sind.

---

Seit dreissig Jahren ist die Frage nach den Nervenendigungen diejenige, welche die relativ grösste Zahl von histologischen Arbeiten hervorgerufen hat. Dass im Laufe dieser langen Zeit eine Menge verschiedenartiger Ansichten und Annahmen auftauchten und wieder verlassen wurden, erscheint natürlich genug.

Es lässt sich nicht verkennen, wenn es auch hier und da verdeckt werden mag, dass sich die Controverse in einer Hinsicht hauptsächlich um die Endkolben dreht. Seitdem deren Existenz nicht mehr geleugnet werden kann, suchen ihre Gegner wenigstens das Gebiet derselben einzuengen. Sei es, dass eine zweite und angeblich wichtigere Form der Nervenendigung [z. B. im Epithel<sup>1)</sup>, mit Zellen u. s. w.] behauptet wird, sei es dass die Endkolben für eine Varietät der Tastkörperchen, Vater'schen Körperchen u. s. w. erklärt werden sollen.

Jener Hergang erklärt sich ganz natürlich daraus, dass die so häufigen verbogenen, angeschnittenen oder schräg gesehenen cylindrischen Endkolben anfangs als solche schwer zu erkennen sind. Sie scheinen desshalb viel sparsamer vorhanden zu sein, als sie es wirklich sind.

Indessen lag die morphologische Bedeutung der Endkolben niemals in ihrer nachgewiesenen oder anerkannten Verbreitung. Sondern vielmehr darin, dass sie den Uebergang bilden zwischen Vater'schen Körperchen und Meissner'schen Tastkörperchen. Wer den Zusammenhang dieser beiden entferntesten Glieder in der ausgedehnten Reihe der terminalen Körperchen leugnen will, mag es immerhin thun. Er verzichtet damit nicht nur auf die Erklärung der inneren Verwandtschaft jener extremen Formen, sondern er-

---

1) Die blassen Nervenfasern z. B. von Ranvier (Quart. Journ. of micr. sc. 1880. Bd. XX. Taf. 36) im Recte mucosum der Epidermis sind Lymphbahnen.

schwert sich das Verständniss jeder einzelnen Modification noch dazu ganz nutzlos.

Allerdings war es für Diejenigen, welche die terminalen Körperchen, mit denen die einfach-sensiblen Nerven wirklich endigen, vergeblich gesucht hatten, naheliegend, irgend eine andere Endigungsart, wie oben angedeutet wurde, zu supponiren. Es kam dazu, dass man nur an wenigen Orten beweisen konnte, dass alle Nervenfasern daselbst mit Terminalkörperchen aufhören. Diesen Stellen hat neuerdings der Entenvögelschnabel sich anreihen lassen.

Anderentheils ist der Versuch gemacht, den Innenkolben der kugligen Endkolben wie der Meissner'schen Körperchen für nervös, für einen Ganglienzellenhaufen zu erklären. Derselbe Irrthum ist bei anderen Innenkolben früher schon öfters aufgetaucht und (bald darauf) widerlegt worden.

Es dürfte noch viel zu thun sein, bis die Anzahl und Zusammenfügung der Kolbenzellen, sowie die durchschnittliche Anzahl der Terminalfasern im Innenkolben jeder einzelnen Form terminaler Körperchen durch die ganze Wirbelthierreihe festgestellt sind. Mit Ausnahme der sicheren Aufdeckung etwaiger Terminalkörperchen bei Fischen<sup>1)</sup> scheint sich indessen an jene Fragen kein tieferes Interesse mehr zu knüpfen. In gewisser Hinsicht mögen vielmehr bei der jetzigen Sachlage die Endigungen einfach-sensibler Nerven an Interesse verloren haben, welches vielleicht nächstens die Secretionsnerven mehr in Anspruch nehmen dürften. Alle die unendlich zahlreichen und mühevollen Untersuchungen haben nämlich bei den gewöhnlichen einfach-sensibeln Nerven, wie schon mehrmals bemerkt, nur eine Endigungsform zu bestätigen vermocht, welche seit Henle und Kölliker's Beschreibung der Vater'schen Körperchen unzweifelhaft und jeden Augenblick demonstrirbar (a natural dissection nach Todd) vorgelegen hatte. Man kann nichts Einfacheres sich denken: die Nervenfasern werden blass und endigt mit einem kleinen Knöpfchen.

---

1) Während der Correctur kam mir eine schöne Abbildung von Pouchet (Quarterly Journal of microscopical science 1880. V. XX. Nr. 80. Taf. XXIX. Fig. 7) zu Gesicht. Danach endigen bei *Amphioxus lanceolatus* sensible Fasern des Trigeminus mit den schon länger bekannten terminalen Körperchen. Sie gleichen am meisten den Leydig'schen Körperchen, zeigen aber eine dünne Hülle, die einen Kern besitzt und mehrere kernhaltige Zellen umgiebt.

Innerhalb dieser Knöpfchen aber hören die marklosen Nervenfibrillen, aus welchen die Terminalfaser zusammengesetzt ist, jede mit einer oder mehreren wiederum knopfförmigen Verdickungen auf, die ich Terminal-Noduli zu nennen vorgeschlagen habe. Dies ist das wahre Nerven-Ende.

### Ueber die Tastkörperchen des Gorilla.

Nachtrag zu dem vorhergehenden Aufsatz.

Herr Oberstabsarzt Rabl. Rückhard hatte laut mündlicher Mittheilung beim Gorilla Tastkörperchen aufgefunden und ich verdanke seiner ausserordentlichen Zuvorkommenheit die Uebersendung von zwei Stückchen wahrscheinlich der Plantarhaut der Finger, von denen eines frisch mit Ueberosmiumsäure, das andere mit Goldchlorid behandelt war. In dem ersten fand ich nicht sehr zahlreiche Tastkörperchen mit deutlichen Querstreifen (Querkolbenzellen). Die Körperchen lagen in den Gipfeln der Papillen, sie waren von regelmässiger länglich-ellipsoidischer Form, 0,06—0,09, im Mittel 0,08 lang und 0,017—0,33, im Mittel 0,025 mm breit. Hiernach verhalten sich die Tastkörperchen beim Gorilla wesentlich wie bei *Cercopithecus sabaeus* und *Inuus cynomolgus*<sup>1)</sup>. Sie haben beim Menschen in der Fingerhaut (*Vola digitorum*) durchschnittlich 0,135 Länge auf 0,05 mm Breite, dagegen bei den genannten kleinen Affen 0,047—0,052 Länge auf 0,029 mm Breite. Indessen beträgt das Maximum der Länge 0,072 mm und das Minimum der Breite 0,025, so dass man nicht behaupten darf, was vielleicht zu vermuthen gewesen wäre, dass die Tastkörperchen bei dem anthropomorphen Gorilla sich nach Form und Grösse mehr denjenigen des Menschen näherten; sie sind vielmehr eher noch schlanker als bei den kleinen Affen der alten Welt.

W. Krause.

---

1) W. Krause, Die terminalen Körperchen u. s. w. 1860. Tabelle III.

### Erklärung der Abbildungen auf Tafel III—V.

Sämmtliche Figuren sind von Herrn Peters in Göttingen gezeichnet, resp. wo dies besonders angegeben ist, copirt worden. Die Vergrößerungsziffern sind genau, doch wurde meistens während der Zeichnung selbst eine etwas stärkere Vergrößerung z. B. Seibert, Immersionsystem VIII, Oc. 0, angewendet, die Zeichnung also auf die angegebene Vergrößerung reducirt. Wo nichts anderes angegeben ist, stammen die Präparate jedesmal vom Menschen.

- Fig. 1. Kolbenkörperchen aus der Oberlippe einer ausgewachsenen *Lacerta agilis* nach Einlegen des ganz frischen Präparates in 3%ige Essigsäure, nach 12 Stunden in 1%ige Ueberosmiumsäure. Alauncarmin, Alkohol, Nelkenöl, Canadabalsam. Vergr. 600. *t* Terminalfaser.
- Fig. 2. Endkolben der *Conjunctiva bulbi* eines jungen afrikanischen Elephanten. Frisch mit Natron. Vergr. 300.
- Fig. 3. Stark S förmig gebogen verlaufende Endkapsel aus der Haut der Glans penis des Igels nach mehrtägiger Maceration des frischen Penis in 3%iger Essigsäure. Vergr. 600. *k* Kern der Hülle von der Fläche gesehen (sog. Tastzelle von Merkel). *t* in der Axe verlaufende Terminalfaser. *n* doppeltcontourirte Nervenfasern.
- Fig. 4. Endkapsel aus der *Vola digitorum manus* des Igels nach 48stündiger Maceration der frischen Haut in 3%iger Essigsäure. Vergr. 400. Zum Unterschiede von den Endkolben der Fig. 19 und 20 zeigt diese Endkapsel etwa vier Lamellen ihrer äusseren Hülle. *t* Terminalfaser. *n* Nervenfasern.
- Fig. 5. Endkapsel aus der Haut der Glans penis vom Igel nach mehrtägiger Maceration in 3%iger Essigsäure. Vergr. 250. Optischer Querschnitt der Endkapsel. *i* Innenkolben. *n* Nervenfasern.
- Fig. 6. Innenkolben eines Vater'schen Körperchens aus dem Mesenterium einer halbjährigen Katze durch mehrtägige Maceration in etwa 10%iger Natronlauge isolirt und mit Virchow'schen Myelintropfen dicht durchsetzt. Vergr. 500.
- Fig. 7. Vater'sches Körperchen aus der Submucosa vom Seitenrande der Zunge eines afrikanischen Elephanten. Mit verdünnter Essigsäure. Vergr. 300.
- Fig. 8. Papille des Seitenrandes der Zungenspitze eines jungen afrikanischen Elephanten nach 24 stündigem Einlegen in 2% ige Essigsäure. Linkerhand eine Endkapsel, rechterhand eine Blutgefässschlinge. Vergr. 300.
- Fig. 9. Längsansicht eines Key-Retzius'schen Körperchens aus dem weissen Schnabelrande des Unterschnabels der Ente, nach mehrtägigem Einlegen des frischen Hautstückchens in Müller'sche Flüssigkeit, mit Glycerin. Vergr. 400. *i* Innere Kapseln. *e* Aeussere Kapseln. *k* Aeussere Hülle. *n* Nervenfasern.
- Fig. 10. Key-Retzius'sches Körperchen mit getheiltem Innenkolben vom helleren Rande des Unterschnabels der Gans. Nach mehrtägigem Einlegen in 1%ige Chromsäure; Alkohol, Nelkenöl, Canadabalsam. Vergr. 250.

*n* Eintrittsstelle der doppelcontourirten Nervenfaser; letztere ist querdurchschnitten.

- Fig. 11. Endkolben der Conjunctiva bulbi vom Menschen. Das Auge war einige Stunden nach dem Tode in 3%ige Essigsäure gelegt, nach längerer Zeit dann 2 Tage lang in 1%ige Ueberosmiumsäure. Vergr. 500. Der Innenkolben zeigt sich mit sehr vielen Kernen versehen, darin eine undeutliche, der Länge nach verlaufende Terminalfaser.
- Fig. 12. Endkolben der Conjunctiva bulbi vom Menschen nach Maceration des frisch eingelegten Bulbus in 3%iger Essigsäure. Flächenschnitt der Conjunctiva. Vergr. 700. Die doppelcontourirte Nervenfaser erstreckt sich unterhalb des Endkolbens, die Terminalfaser *t* wird rückläufig und endigt knopfförmig.
- Fig. 13. Genitalnervkörperchen, welches aus vier Endkapseln zusammengesetzt ist, aber nur eine doppelcontourirte Nervenfaser erhält, aus dem Penis des Igels nach mehrtägiger Maceration des frischen Penis in 3%iger Essigsäure. V. 500.
- Fig. 14. Genitalnervkörperchen aus der Glans der Clitoris des Menschen nach Maceration des frischen Präparates in 3%iger Essigsäure. Vergr. 250. Das Körperchen besteht aus wenigstens fünf, von dicken Bindegewebshüllen umgebenen Abtheilungen, erhält aber gleichwohl nur eine zutretende doppelcontourirte Nervenfaser.
- Fig. 15. Endkolben der Conjunctiva bulbi vom Menschen. Das Auge war einige Stunden nach dem Tode in 3%ige Essigsäure gelegt, nach längerer Zeit dann einen Tag in 1%ige Ueberosmiumsäure. Alkohol, Nelkenöl, Canadabalsam. Vergr. 700. *n* Nervenfaser. *t* blasse knopfförmig endigende Terminalfaser.
- Fig. 16. Genitalnervkörperchen aus dem Penis des Igels, nach Maceration des frischen Penis in 3%iger Essigsäure. Vergr. 500. Das Körperchen besteht aus drei Abtheilungen mit nur einer zutretenden doppelcontourirten Nervenfaser *n*.
- Fig. 17. Querschnitt eines Key-Retzius'schen Körperchens aus dem Oberschnabel der Ente nach Behandlung des frischen Schnabels mit 1%iger Ueberosmiumsäure. Alkohol, Nelkenöl, Canadabalsam. Vergr. 500. Die bindegewebige Hülle erscheint dunkel, die äusseren Kapseln hell und mit Kernen durchsetzt, die inneren Kapseln concentrisch dicht gedrängt, der Innenkolben mit zwei Ausläufern wie eine Citrone versehen, in welchen die Kerne desselben liegen, die Terminalfaser dunkel und abgeplattet.
- Fig. 18. Endkolben auf dem senkrechten Durchschnitt eines der leistenförmigen Bindegewebszüge, die sich über den Cornealrand hin erstrecken; vom Menschen. Das Auge war einige Stunden nach dem Tode in 3%ige Essigsäure gelegt, dann 2 Tage lang in 1%ige Ueberosmiumsäure. Vergr. 700. Der Endkolben im Profil gesehen und scheinbar in der Spitze einer Papille gelegen. — Vergl. W. Krause, Anatomische Untersuchungen. 1861. Taf. I. Fig. 3.

- Fig. 19. Zwei Endkolben unterhalb der Papillen auf einem senkrechten Durchschnitt durch die Vola digitorum manus vom Maulwurf. Frisch mit Essigsäure. Vergr. 500. Von den Papillen sind nur die äusseren Contouren angegeben. *t* Terminalfaser.
- Fig. 20. Endkolben aus der Vola digitorum manus einer weissen Maus; frisch mit Essigsäure. Vergr. 600.

## Taf. IV.

- Fig. 21. Genitalnervenkörperchen aus der Glans clitoridis des Menschen mit einer doppeltcontourirten Nervenfasern. Nach mehrtägiger Maceration in 3%iger Essigsäure. Vergr. 250. *n* Nervenfasern.
- Fig. 22. Gelenknervenkörperchen von der Dorsalseite eines Gelenkes zwischen Grund- und Mittelphalanx eines menschlichen Fingers nach 24stündigem Einlegen in 2%ige Essigsäure. Flächenschnitt, der nur die Synovialis enthält. Vergr. 300. *n* zwei zutretende doppeltcontourirte Nervenfasern, dazwischen Kerne. Die aus den Fasern hervorgehenden blässen Terminalfasern erscheinen bei dieser Vergrösserung höchstens als feingranulirte Masse.
- Fig. 23. Endkolben aus dem Penis des Menschen nach mehrtägiger Maceration der Glans penis in 3%iger Essigsäure. Vergr. 250. Mit zwei zutretenden doppeltcontourirten Nervenfasern.
- Fig. 24—26. Corpuscules nerveux terminaux se trouvant à côté des corpuscules de Pacini dans le bec du canard et de l'oie. Copie nach Grandry (Journal de l'anatomie et de la physiologie par Robin, VI<sup>me</sup> ann. 1869. S. 398. Pl. XV. Fig. 10). — Fig. 24. und 25 sind Seitenansichten; in Fig. 25 erscheint am unteren Rande eine Terminalfaser mit knopfförmiger Verbreiterung. Fig. 26 ist eine Polansicht, man sieht zwei Kerne und die dunkelgranulirte Terminalscheibe die Nervenfasern wird von unten her eingetreten sein.
- Fig. 27. Flächenschnitt eines Grandry'schen Körperchen aus dem helleren Rande des Unterschnabels der Ente. Ganz frisch in Müller'sche Flüssigkeit eingelegt, nach mehreren Tagen in derselben untersucht. Vergr. 500. *n* Nervenfasern. *r* ringförmige Raphe.
- Fig. 28. Grandry'sches Körperchen aus dem Rande des Oberschnabels der Gans. Ganz frisch mit Wasser. Vergr. 500. *n* Nervenfasern. *t* Terminalfaser.
- Fig. 29. Grandry'sches Körperchen in Flächenansicht nach 24stündigem Einlegen des ganz frischen Randes des Unterschnabels der Ente in 1%ige Ueberosmiumsäure. Alkohol, Nelkenöl, Canadabalsam. Vergr. 500. Die Terminalscheibe körnig und streifig im Centrum der Figur. *n* Nervenfasern.
- Fig. 30. Grandry'sches Körperchen vom Oberschnabel der Ente. Methode wie in Fig. 29. Ansicht des peripherischen Poles des Körperchens. Vergr. 500. Die Terminalscheibe körnig und schmal, im Profil gesehen.



- Fig. 31. Grandry'sches Körperchen vom Oberschnabel der Ente. Methode wie in Fig. 29. Seitenansicht des Körperchens. Vergr. 500. Die Terminalscheibe ist hier besonders dick. *t* blasse Terminalfaser am centralen Pol des Körperchens.
- Fig. 32. Zusammengesetztes Grandry'sches Körperchen aus dem helleren Rande des Unterschnabels der Gans nach Behandlung mit 0,5% iger Osmiumsäure. Alkohol, Nelkenöl. Canadabalsam. Vergr. 400. Am oberen Ende zwei sog. Tastzellen. *n* Nervenfaser.
- Fig. 33. Tastkolben aus einer Papille am Seitenrande des vorderen Theiles der Zunge vom Sperling nach 24stündigem Einlegen in 0,2% ige Ueberosmiumsäure. Alkohol, Nelkenöl, Canadabalsam. Vergr. 800.
- Fig. 34. Zwei Meissner'sche Tastkörperchen in einer Hautpapille auf dem Längsschnitt von frischer Haut der Vola des dritten Fingergliedes, mit Natron. Vergr. 500. Die Substanz der Innenkolben ist etwas aufgequollen und enthält viele fettglänzende Tropfen von Virchow'schem Myelin. In die Basis der Papille treten vier doppeltcontourirte Nervenfasern.
- Fig. 35. Meissner'sches Tastkörperchen der frischen Haut der Vola des dritten Fingergliedes, einige Stunden nach dem Tode, mit Wasser. Vergr. 650. Das Tastkörperchen und die Papille der Länge nach halbirt; die Querstreifen sind von der Kante gesehene Kolbenzellen, denen auch die Kerne mit glänzenden Kernkörperchen angehören. Die Epidermis ist nicht gezeichnet.
- Fig. 36. Längsansicht einer Uebergangsform zwischen Grandry'schen und Herbst'schen oder Key-Retzius'schen Körperchen aus dem weissen Rande des Oberschnabels der Ente. Frisch mit Essigsäure und Glycerin. Vergr. 500. Die Kapseln sind in Unordnung; der Innenkolben zeigt 4 bis 5 Kerne.
- Fig. 37. Grandry'sches Körperchen aus dem Rande des Oberschnabels vom Schwan, frisch mit Wasser. Vergr. 500. Flächenansicht; die Terminalscheibe erscheint körnig. *t* Terminalfaser am centralen Pol des Körperchens.
- Fig. 38. Meissner'sches Tastkörperchen auf dem Querschnitt. Aus einem Flächenschnitt der Volarhaut des dritten Fingergliedes einige Stunden nach dem Tode, mit verdünnter Essigsäure; die Epidermis ist nicht gezeichnet. Vergr. 530. Am Rande vier Kerne der Bindegewebshülle.
- Fig. 39. Grandry'sches Körperchen in der Seitenansicht. Nach 24stündigem Einlegen des ganz frischen Randes des Unterschnabels der Gans in 1% ige Ueberosmiumsäure. Alkohol, Eosin, Nelkenöl, Canadabalsam. Vergr. 500. Die Terminalscheibe in Profilansicht. Am peripherischen Pol eine dreieckige Verbreiterung der in Wahrheit ringförmigen Raphe *r*.

- Fig. 40. Zusammengesetztes Grandry'sches Körperchen aus dem Rande des Oberschnabels vom Schwan; frisch, mit drei Terminalfasern. Vergr. 500. *n* doppeltcontourirte Nervenfasern am centralen Pol des Körperchens.
- Fig. 41. Seitenansicht eines zusammengesetzten Grandry'schen Körperchens aus dem weissen Rande des Oberschnabels der Ente. Nach 24stündigem Einlegen des ganz frischen Hautstückchens in 1%ige Ueberosmiumsäure. Alkohol, Nelkenöl, Canadabalsam. Vergr. 500. Die untere Terminalfaser erscheint als leerer Raum am centralen Pol des Körperchens, oben ist der Focus auf die Raphe eingestellt.
- Fig. 42. Grandry'sches Körperchen vom weissen Schnabelrande der Ente, ganz frisch in 0,25%iger Chromsäure gehärtet. Alkohol, Nelkenöl, Canadabalsam. Ansicht des peripherischen Poles. Die Kolbenzellen sind streifig, diese Streifen selbst körnig. Vergr. 500, bei 1000facher Vergrößerung (Seibert, Obj. VIII. Periscopisches Ocular 1) gezeichnet. *r* dreieckig verbreiterte Anheftung der Raphe an die Hülle des Körperchens.
- Fig. 43. Meissner'sches Tastkörperchen auf dem Querschnitt. Aus einem Flächenschnitt der Volarhaut des dritten Fingergliedes, einige Stunden nach dem Tode, mit Wasser. Vergr. 550. Die Substanz des Innenkolbens ist feingranulirt.
- Fig. 44. Meissner'sches Tastkörperchen auf dem Querschnitt. Ebendaher, mit verdünnter Natronlauge. Vergr. 600. Im Innenkolben sind einige grössere fettglänzende Tröpfchen von Virchow'schem Myelin aufgetreten. *n* Nervenfasern.

## Taf. V.

- Fig. 45. Drillingstastkörperchen der Länge nach durchschnitten, so dass die drei einfachen Tastkörperchen, aus denen es besteht, durch Bindegewebe getrennt erscheinen. Aus einem senkrechten Durchschnitt der Volarhaut des dritten Fingergliedes, mit concentrirtem Glycerin. Vergr. 400. Die Epidermis ist nicht gezeichnet.
- Fig. 46. Meissner'sches Tastkörperchen, der Quere nach schräg halbirt, aus einem Flächenschnitt der Haut der Vola des dritten Fingergliedes. Ein kleines Hautstückchen wurde 6 Stunden nach dem Tode in 1%ige Ueberosmiumsäure gelegt, dann in absoluten Alkohol; der Schnitt durch Alauncarmin gefärbt. Alkohol, Nelkenöl, Canadabalsam. Vergr. 800. Die Epidermis ist nicht gezeichnet. *T* Terminalscheibe in Flächenansicht. *t* Terminalfaser in Profilsicht.
- Fig. 47. Einige Kolbenzellen aus einem Meissner'schen Tastkörperchen; die oberen auf der Kante stehend, die unteren in Flächenansicht, die unterste umgeknickt, isolirt. Nach zwölfstündiger Behandlung der frischen Haut der Vola des dritten Fingergliedes mit einer Mischung

von 95 % Alkohol, 0,4 % Gehalt wirklicher Chlorwasserstoffsäure und 4,6 % Wasser nach Tomsa in der Wärme. Vergr. 1000.

- Fig. 48. Vier Kolbenzellen aus einem Meissner'schen Tastkörperchen der Vola des dritten Fingergliedes. Nach 10 tägigem Einlegen der frischen Haut in 8—10 % ige Natronlauge durch Zerfasern in derselben isolirt. Vergr. 800. Die Zellen sehen körnig aus.
- Fig. 49. Tastkörperchen auf dem senkrechten Durchschnitt der Haut der Vola des dritten Gliedes vom kleinen Finger eines Affen (*Macacus cynomolgus*), welchem 13 Tage vor dem Tode der *N. ulnaris* rescirt worden war. Mit Natron. Vergr. 350. Die Nervenfasern resp. quer-verlaufenden Terminalfasern sind in Fettkörnchenreihen verwandelt. Copie nach W. Krause. (Die terminalen Körperchen der einfach sensiblen Nerven. 1860. Taf. II. Fig. 15.)
- Fig. 50. Meissner'sches Tastkörperchen auf dem senkrechten Durchschnitt der Volarhaut des dritten Fingergliedes vom Menschen. Ein Hautstückchen wurde 6 Stunden nach dem Tode in Müller'sche Flüssigkeit gelegt und nach ungefähr 8 Tagen untersucht. Die Papille wie das Tastkörperchen sind der Länge nach durch einen senkrechten Schnitt ungefähr halbirt und unter dem Mikroskop mit verdünnter Natronlauge behandelt. Vergr. 400. Die Epidermis ist nicht gezeichnet. *n* die eintretende, doppeltcontourirte Nervenfasern theilt sich in zwei anscheinend knopfförmig endigende Terminalfasern.
- Fig. 51. Meissner'sches Tastkörperchen aus einem senkrechten Durchschnitt der Volarhaut des dritten Fingergliedes, einige Stunden nach dem Tode, mit Natron. Vergr. 500. Die doppeltcontourirte Nervenfasern geht in eine blasse quere Terminalfasern über.
- Fig. 52. Flächenansicht eines Grandry'schen Körperchens aus dem Rande des Oberschnabels eines 21tägigen Enten-Embryo. Der Schnabel war ganz frisch in 1 % ige Ueberosmiumsäure gelegt. Alkohol, Nelkenöl, Canadabalsam. Vergr. 500.
- Fig. 53. Meissner'sches Tastkörperchen 6 Stunden nach dem Tode, aus einem senkrechten Durchschnitt der Volarhaut des dritten Fingergliedes. Die Hautpapille und das Tastkörperchen sind durch den Schnitt der Länge nach halbirt. Ohne Zusatz. Vergr. 650. Die Epidermis ist nicht gezeichnet. Die querdurchschnittenen Kolbenzellen erscheinen als quere und schräge Linien.
- Fig. 54. Meissner'sches Tastkörperchen der Volarhaut des dritten Fingergliedes. Nach zwölfstündigem Erhitzen der frischen Haut in einer Mischung von 95 % Alkohol, 0,4 % Gehalt wirklicher Chlorwasserstoffsäure mit 4,6 % Wasser und schliesslichem kurzen Aufkochen nach Tomsa. Vergr. 1000. Das Tastkörperchen isolirt und in zwei Hälften zerfallen, seine Hülle ist zerstört, die Zusammensetzung des Innenkolbens aus Kolbenzellen deutlich. *h* Rest der Hülle.

- Fig. 55. Meissner'sches Tastkörperchen auf dem senkrechten Durchschnitt durch die Haut, ebendaher, frisch mit Essigsäure. Vergr. 500. Die von den Kolbenzellen herrührenden Querstreifen sind undeutlich geworden, die quergestellten Kerne treten hervor. *n* Nervenfasern.
- Fig. 56. Leydig'sches Körperchen in einer Papille der Daumenwarze des männlichen Frosches (*Rana temporaria*) im Juli. Ganz frisch mit Essigsäure. Vergr. 800. *n* doppelcontourirte Nervenfasern, die in eine blasse Terminalfaser übergeht.
- Fig. 57. Senkrechter Durchschnitt der Oberfläche eines ganz frisch in 1%iger Ueberosmiumsäure und nach 24 Stunden in absoluten Alkohol eingelegten Hautstückchens vom Schweinsrüssel; gefärbt mit Eosin. Vergr. 270; bei 600facher gezeichnet. Zwei sog. Tastzellen ohne Kerne und zwei mit Kernen. *g* Capillargefäß.
- Fig. 58. Senkrechter Durchschnitt durch den weissen Schnabelrand der Ente nach Behandlung mit 0,25%iger Chromsäure. Alkohol, Nelkenöl, Canadabalsam. Vergr. 500. *E* Epidermis. *C* Cutis. Zwei junge Epidermiszellen (sog. Tastzellen) mit undeutlichen knäuelartigen Kernfiguren; in einer dritten (rechterhand) sind letztere nicht zu erkennen.
- Fig. 59. Theil des Innenkolbens eines Vater'schen Körperchens aus dem Mesenterium der Katze nach 10stündiger Behandlung mit 30%iger Salpetersäure bei ca. 50°; in Wasser zerfasert. Vergr. 1000. *t* Terminalfaser. *z* Längskolbenzelle.
- Fig. 60. Abgeschnittenes Stück einer Kolbenzelle eines Grandry'schen Körperchens mit Kern ohne Nervenfasern. Aus dem weissen Rande des Oberschnabels der Ente, nach Behandlung mit 1%iger Ueberosmiumsäure. Alkohol, Nelkenöl, Canadabalsam. Vergr. 500.
- Fig. 61. Seitenansicht eines Key-Retzius'schen Körperchens aus dem Rande des Oberschnabels eines 21tägigen Enten-Embryos. Ganz frisch mit verdünnter Essigsäure. Vergr. 400.
- Fig. 62. Optischer Querschnitt eines Key-Retzius'schen Körperchens ebendaher, ebenso behandelt. Die concentrische Anordnung der Kapseln ist am Rande rechterhand bereits angedeutet. Vergr. 400.
- Fig. 63. Leydig'sches Körperchen in einer Papille der Daumenwarze des männlichen Frosches (*Rana temporaria*) im Juli. Nach 24stündigem Einlegen in 0,2%ige Ueberosmiumsäure. Alkohol, Alauncarmin, Alkohol, Nelkenöl, Canadabalsam. Vergr. 500. Die Epidermis ist nicht gezeichnet. *g* Papille mit den Kernen einer Gefässschlinge.
-