

Ueber die Endigungsweise der sensibeln Nervenfasern.

Von

Th. Wilhelm Engelmann.

Mit Taf. XXXI.

So vielfach auch im letzten Jahrzehnt die Endorgane der einfach sensibeln Nerven, namentlich Pacinische Körperchen und Endkolben untersucht worden sind, so genaue Kenntnisse wir von Vorkommen, Gestalt und Bau derselben namentlich durch die Arbeiten von *Henle*, *Kölliker*, *Leydig* und *Krause* erlangt haben, so ist eine Frage bisher doch immer noch unentschieden geblieben, die nämlich, was denn in jenen Organen zur Endigung der Nervensubstanz zugehörig sei.

Man unterscheidet bekanntlich an den Pacinischen Körperchen und Endkolben eine einfache oder aus concentrisch ineinandergeschachtelten Kapseln bestehende Hülle, einen von dieser allseitig umschlossenen soliden Cylinder, den sogenannten Innenkolben, und eine die Längsaxe dieses Kolbens durchziehende blasse Faser, die sogenannte Terminalfaser. Bei den Vögeln liegt zwischen Innenkolben und kapselartiger Hülle noch eine dicke Schicht feiner, querverlaufender Fasern, die wirr durch einander gefilzt sind. — Darüber, dass die den Innenkolben umgebenden Hüllen nicht das Ende der Nervensubstanz seien, konnte kein Zweifel entstehen; man war vielmehr bald darüber einig, dass diese Umhüllungen im Wesentlichen bindegewebiger Natur seien. Getheilt waren dagegen die Ansichten über den Innenkolben und die in demselben verlaufende Terminalfaser. Die Meisten wollen jetzt auch den Innenkolben in die Reihe des Bindegewebes gestellt und die blasse Terminalfaser als die alleinige Fortsetzung des Nerven betrachtet wissen, Andere sind der Ansicht, dass sowohl Innenkolben als Terminalfaser aus Nervensubstanz bestehen, somit das eigentliche Ende der Nervenfaser bilden.

Es sei gestattet, hier kurz die verschiedenen Ansichten der neueren Forscher über die Endigungsweise der Nerven in den Pacinischen Körperchen und Endkolben anzuführen.

Fr. Leydig erklärte den Innenkolben für das angeschwollene Ende der ihrer Markscheide verlustig gegangenen Nervenfaser (also des Axencylinders) und den im Kolben verlaufenden centralen Streifen für einen feinen Canal. (Zeitschr. f. wiss. Zool. 1853. Bd. V. p. 81. — Lehrbuch der Histologie. 1857. pag. 192—196.).

A. Kölliker behauptete, dass der Innenkolben der Pacinischen Körperchen der Vögel gar nicht dem Innenkolben der Säuger entspreche, dass vielmehr bei den Säugern der im Innenkolben verlaufende centrale Streif dem ganzen Innenkolben der Vögel gleich zu setzen sei. Der Innenkolben bei den Säugern sollte den Werth von Neurilemm haben. Den centralen Streif im Innenkolben der Vögel hält auch *Kölliker* für einen Canal, glaubt jedoch, dass derselbe der Axencylinder sei. (Zeitschr. f. wiss. Zool. 1853. Bd. V. pag. 118—122.). Neuerdings hat sich *Kölliker* dahin ausgesprochen, dass der Innenkolben der Säuger ein mit zarten Kernen versehener weicher Strang sei, der zu den Bindesubstanzen zu zählen und in einzelnen Fällen wenigstens in seinen äusseren Theilen aus zarten, dicht beisammenliegenden Kapseln gebildet sei. Die blasse Terminalfaser ist nach *Kölliker* eine Fortsetzung der »ganzen dunkelrandigen Faser des Stieles.« (Handbuch d. Gewebelehre, IV. Aufl. 1863. pag. 123.).

Keferstein schloss sich ganz der Ansicht von *Kölliker* an, erkannte jedoch, dass der centrale Streif im Innenkolben der Vögel nicht ein Canal, sondern ein solider Strang sei. (Ueber den feineren Bau der Pacinischen Körperchen; Nachricht. v. d. G.-A.-Univ. zu Göttingen. 1858, No. 8. pag. 85.).

Krause endlich erklärt den Innenkolben der Säuger für gleichwerthig dem Innenkolben der Vögel, hält jedoch nur die im Innenkolben gelegene blasse Faser, die er Terminalfaser nennt, für das eigentliche Ende der Nervenfaser. Dem Innenkolben schreibt er den Werth von Bindegewebe zu. (Die Terminalkörperchen der einfach sensibeln Nerven. Hannover 1860. und Anatom. Untersuchungen, 1861.).

An *Krause's* Angaben und Ansichten hat sich unlängst auch *C. Lüdden* angeschlossen. (Zeitschr. f. w. Zool. 1863. Bd. XII. pag. 470—483.).

Alle Untersucher stimmen darin überein, dass die blasse, im Innenkolben gelegene Terminalfaser zur Fortsetzung der Nervenfaser gehöre und die Meisten sind der Ansicht, dass der Innenkolben selbst aus einer dem Bindegewebe verwandten Substanz bestehe. Die Terminalfaser soll mit dem Axencylinder der an den Innenkolben herantretenden Nervenfasern zusammenhängen und *Kölliker* giebt sogar an, dass die Terminalfaser bei den Säugethieren noch von einer structurlosen Scheide umschlossen wird. *Kölliker* glaubt, dass sie nicht bloss einem Axencylinder, sondern einer ganzen Nervenröhre entspricht, dass sie vielleicht Repräsentanten aller drei Theile einer solchen besitzt. *Leydig* hingegen hält

den ganzen Innenkolben für eine Verbreiterung der marklosen Nerven-
faser, also des Axencylinders.

Untersuchungen, die mich im Sommer 1862 in Jena beschäftigten, haben mich zu einer anderen Deutung der streitigen Theile geführt. Ich muss nämlich den Innenkolben der Säugethiere und Vögel für die verdickte Markscheide, die blasse Terminalfaser aber für die unmittelbare Fortsetzung des Axencylinders, für den Axencylinder selbst halten. — Ich fasse den Bau der Pacinischen Körperchen und Endkolben in folgender Weise auf.

Eine kernhaltige Membran, die unmittelbare Fortsetzung des kernhaltigen Neurilemms (Schwann'sche Scheide) umschliesst enganliegend eine kolbenartige, meist langgestreckte und stumpf zugerundete Anschwellung der Markscheide der Nervenfasern, den sogenannten Innenkolben. Diesen durchzieht der gleichfalls etwas verbreiterte und häufig mit knopfartiger Anschwellung endende Axencylinder. Dieser gesammte aus Axencylinder, Nervenmark und Neurilemm bestehende Körper wird in den Pacinischen Körperchen der Säugethiere noch weiter umhüllt von concentrisch in einander geschachtelten Kapseln bindegewebiger Natur, bei den Pacinischen Körperchen der Vögel besteht seine äussere Umhüllung in einer dicken Schicht verfilzter Fasern, die wiederum von einer festen, aus mehreren Schichten zusammengesetzten bindegewebigen Kapsel umschlossen wird. Bei den Endkolben fehlen die äusseren secundären bindegewebigen Hüllen und hier ist es meist nur die Fortsetzung des kernhaltigen Neurilemms, der sogen. Schwann'schen Scheide, welche als einfache, kernhaltige Membran den Innenkolben umschliesst.

Als eigentliche Fortsetzung der Nervenfasern haben wir somit nur anzusehen den vom Neurilemm umschlossenen Innenkolben, welcher wieder aus Nervenmark und Axencylinder besteht. Hierzu würden bei den Pacinischen Körperchen noch secundäre Hüllen bindegewebiger Natur kommen.

Die Gründe, welche mich zu dieser Ansicht zwingen, bestehen in Folgendem. Schon *Leydig* hat gezeigt, dass der Innenkolben der Vögel fest mit der Nervenfasern verbunden ist und sogar aus seiner Kapsel entfernt und isolirt im Zusammenhang mit der Nervenfasern dargestellt werden kann. Man kann sich in der That leicht hiervon überzeugen. Nie gelingt es dagegen, die Terminalfaser vom Innenkolben zu trennen, sie aus demselben zu isoliren, mag man nun mechanische oder chemische Hilfsmittel anwenden. — Isolirt man den Innenkolben eines Pacinischen Körperchens der Taube, so erkennt man meist ohne Schwierigkeiten, dass derselbe umschlossen wird von einer enganliegenden kernhaltigen Membran, die sich ununterbrochen in das Neurilemm der Nervenfasern fortsetzt. Das Neurilemm setzt sich keineswegs als eine Umhüllung der Terminalfaser fort, sondern umschliesst stets den gesammten Innenkolben. — Dasselbe Verhältniss findet sich bei den Endkolben. Die Pacinischen Körperchen der Säugethiere sind zur Entscheidung dieses Punktes

nicht geeignet, da der Innenkolben von den ihn einschliessenden Kapseln nicht vollständig frei gemacht werden kann. Die innersten Kapseln sind so dicht um einander gelegt und haften so fest an dem Neurilemm des Innenkolbens, dass ein Isoliren des letzteren unmöglich ist.

Das Neurilemm bildet an seinem Ende somit eine blindsackartige Verbreiterung, die einen Raum umschliesst, welcher bei den Pacinischen Körperchen langgestreckt cylindrisch, bei den Endkolben mehr gedrun-gen und kugelförmig zu sein pflegt. Dieser Raum wird vollkommen ausgefüllt von dem Innenkolben, dessen ganze Länge die blasse Terminal-faser durchzieht. — Wir haben gesehen, dass die den Innenkolben zu-nächst einschliessende Membran die directe Fortsetzung des Neurilemms der Nervenfaser ist. An der Nervenfaser unterscheiden wir aber ausser dem Neurilemm noch Marksicht und Axencylinder. Nichts liegt desshalb näher, als die Vermuthung, dass der Innenkolben die Fortsetzung des Nervenmarks, die blasse Terminalfaser die Fortsetzung des Axencylin-ders sei. Und beides lässt sich beweisen.

Dass die Substanz des Innenkolbens Nervenmark sei, lehren in überraschender Weise folgende Erscheinungen. Behandelt man Pacini-sche Körperchen von der Taube oder anderen Vögeln mit verdünnter Natronlauge, so sieht man nach kurzer Zeit in der Substanz des Innen-kolbens auffallende Veränderungen vor sich gehen, die vollkommen den Gerinnungserscheinungen gleichen, die man am Nervenmark dunkelcon-tourirter Nervenfasern beobachtet. Es treten im Innenkolben stark glän-zende Körner, Ringe, schleifenartige Gebilde in verschiedener Form und Grösse auf, kurz, dieselben Gerinnungsgebilde, die das gewöhnliche Ner-venmark zeigt (vgl. Taf. XXXI, Fig. II). Nicht selten verwandelt sich der gesammte Innenkolben bis gegen sein Ende hin in einen mit unzähligen, doppeltcontourirten Ringen und Auftreibungen besetzten Strang. Nicht immer sind diese Erscheinungen gleich deutlich; häufig besitzen auch die Gerinnungsgebilde nur geringe Grösse; mit Kernen sind sie nicht leicht zu verwechseln, schon desshalb nicht, weil alle Kerne bei Natron-zusatz verschwinden. Dennoch mögen sie gelegentlich zur Annahme von Kernen im Innenkolben Veranlassung gegeben haben. So sagt z. B. *Köl-biker* vom Innenkolben der Taube, dass derselbe oft bis an die Terminal-faser heran aus Kernen zu bestehen scheine (*Zeitschr. f. wiss. Zool.* Bd. V. pag. 120). Wendet man die Reagentien an, welche zur Darstellung der Kerne stets mit Erfolg benutzt werden, wie Essigsäure, so ist man nicht im Stande, im Innenkolben auch nur die Spur eines Kernes zu finden. Nur ausserhalb desselben, im Neurilemm und in den secundären Hüllen zeigen sich dieselben. — Ausser den erwähnten Gerinnungserscheinun-gen, welche in den Innenkolben der Vögel auf Zusatz von Natron hervor-gerufen werden, kommen nicht selten, namentlich in den Innenkolben der Säuger Veränderungen anderer Art vor, wie sie ebenfalls beim ge-wöhnlichen Nervenmark zu finden sind. Es treten nämlich auf Zusatz

von Natron oder Kali, bei Vögeln zuweilen schon bei Zutritt von Wasser, im Innenkolben Strömungen auf. Es entstehen spaltförmige Räume in der Substanz des Kolbens, die sich zu etwa birnförmigen Vacuolen erweitern, mit Flüssigkeit gefüllt sind und nach der Spitze des Kolbens zu strömen (vgl. Taf. XXXI, Fig. I). Gleichzeitig bewegt sich auch nicht selten die Substanz der Terminalfaser langsam strömend nach ihrem knopfartigen Ende zu. — Ähnlich diesen Erscheinungen sind die Strömungen, welche häufig am Nervenmark dunkelcontourirter Fasern nach Zerreißen der Faser auftreten. Die eben erwähnte Art der im Innenkolben vor sich gehenden Veränderungen, das Auftreten feiner spaltartiger Räume, mag die Ursache gewesen sein, dass z. B. *Kölliker* den Innenkolben in seinen äusseren Schichten aus zarten Lamellen bestehend glaubte. Der Innenkolben ist im ganz frischen Zustand durchaus homogen, zeigt weder Kerne noch faserartige Bildungen.

Das chemische Verhalten des Innenkolbens, so weit sich dasselbe unter dem Mikroskop ermitteln lässt, spricht mit grosser Entschiedenheit für die Marknatur des Kolbens. Ausser den bereits erwähnten durch Alkalien herbeigeführten Veränderungen sprechen dafür die durch Säuren in ihm bewirkten Veränderungen. Verdünnte Säuren greifen den Innenkolben ebenso langsam als das Nervenmark an.

Durch alle diese Thatsachen ¹⁾ wird es ganz ausser allen Zweifel gestellt, dass die Substanz des Innenkolbens Nervenmark ist und nicht Bindegewebe, wie *Kölliker*, *Krause* u. A. wollen, oder eine Endanschwellung des Axencylinders, wie *Leydig* annahm. Wenn aber bewiesen ist, dass der Innenkolben nur die verbreiterte Markschrift der Nervenfaser ist, so braucht dafür der Beweis nicht erst angetreten zu werden, dass die im Innenkolben verlaufende Terminalfaser nur der Axencylinder ist. Das dürfte sich dann wohl von selbst verstehen. Uebrigens kann man, namentlich an den grossen Pacinischen Körperchen der Säugethiere nicht selten die Terminalfaser ein grosses Stück weit in die doppelcontourirte Nervenfaser hineinverfolgen (Taf. XXXI, Fig. III). Reisst man einen Innenkolben von einer Taube aus seinen Hüllen und von der Nervenfaser ab, so bleibt zuweilen ein Stück des in der Nervenfaser befindlichen Axencylinders in Verbindung mit der Terminalfaser und ragt dann als freie Fortsetzung der Terminalfaser aus dem isolirten Innenkolben heraus (Taf. XXXI, Fig. IV). — Der terminale Axencylinder in den Pacinischen Körperchen und Endkolben ist zugleich ein neuer Beweis für die

1) Ganz zu Gunsten meiner Deutung der Bestandtheile des Innenkolbens spricht auch eine Beobachtung von *Lüdden*. Er sah beim Ochsen einen Fall, »wo eine dunkelrandige Primitivfaser in eine blasse überging und $\frac{1}{4}$ ''' weit verlief, ehe sie kolbig angeschwollen endete. Der Endkolben war in diesem Fall nicht wahrzunehmen.« Da die Nervenfaser ihr Mark schon früher verloren hatte, schwoll dasselbe auch nicht zu einem Innenkolben an und der Axencylinder endigte hier, ohne von einer Markschrift eingehüllt zu sein.

Präexistenz des Axencylinders in der Nervenfaser; denn es ist nicht einzusehen, wesshalb dasselbe Gebilde, das in den terminalen Körperchen, also in einfachen Verbreiterungen markhaltiger Nervenfasern schon während des Lebens in scharf begrenzter Form existirt und ohne Anwendung chemischer Hilfsmittel sichtbar ist, in der Nervenfaser selbst erst durch gewisse Reagentien künstlich erzeugt werden soll. Die grosse Schwierigkeit, den Axencylinder in der einfachen, dunkelcontourirten Faser wahrzunehmen, scheint vielmehr an der Ungunst der Lichtbrechungsverhältnisse zu liegen. — Seit uns *Pflüger* im Collodium ein Mittel kennen gelehrt hat, welches in jeder beliebigen markhaltigen Nervenfaser den Axencylinder augenblicklich in grösster Klarheit zur Anschauung bringt, ist die Frage nach der Präexistenz des Axencylinders wohl erledigt.

Alles das, was hier besonders von den Pacinischen Körperchen der Säugethiere und Vögel gesagt worden ist, wird auch für die Endkolben gelten. Auch bei diesen ist der Innenkolben Nervenmark, die Terminalfaser aber der Axencylinder. Mehr als wahrscheinlich ist es ferner, dass auch der eiförmige Innenkolben der sogen. Tastkörperchen nur Nervenmark ist. Möglich dass in diesen Kolben noch Fortsetzungen des Axencylinders sich hineinerstrecken.

Was endlich die ganz neuerdings zuerst von *Rouget* entdeckten motorischen Endplatten in den quergestreiften Muskeln der höheren Wirbelthiere betrifft, so wären diese nach *Krause's* Angaben vollkommen nach dem Schema der sensibeln Terminalkörperchen gebaut. Dies ist jedoch bestimmt nicht der Fall. Ganz abgesehen von den gewichtigen theoretischen Bedenken, welche einer Annahme entgegenstehen, die besagt, dass von zwei vollkommen gleich gebauten Organen das eine ein sensibles Endorgan, das andere ein motorische Effecte vermittelnder Apparat sei, — abgesehen davon lehrt eine etwas gründlichere Untersuchung, dass die Endplatten in den quergestreiften Muskelfasern nicht entfernt den Bau der sensibeln Terminalkörperchen besitzen. Die Substanz der Endplatte ist nicht Nervenmark, was sie nach *Krause* sein müsste, sondern eine Endausbreitung des Axencylinders; ebensowenig existiren die von *Krause* beschriebenen und abgebildeten blassen Terminalfasern in den Endplatten. Da ich diesen Punkt bereits an einem andern Orte¹⁾ in ausführlicherer Weise behandelt habe, ist es nicht nöthig, hier noch weiter auf ihn einzugehen. Vor Kurzem haben auch *Waldeyer* (Centralblatt f. d. med. Wissenschaften. No. 24. 23. Mai) und *Kühne* (Virchow's Archiv 1863. Mit Taf. XI) die hierauf bezüglichen Angaben *Krause's* als auf Irrthümern beruhend erkannt und widerlegt. Hier genüge es, gezeigt zu haben, dass die Terminalkörperchen der einfach sensibeln Nerven nur

1) Untersuchungen über den Zusammenhang von Nerv und Muskelfaser. Mit 4 Kupfertafeln. In 4°. Leipzig, 1863.

Verbreiterungen einfacher Nervenfasern darstellen, dass ihre wesentlichen Bestandtheile ein Axencylinder, eine Nervenmarkschicht und ein Neurilemm sind.

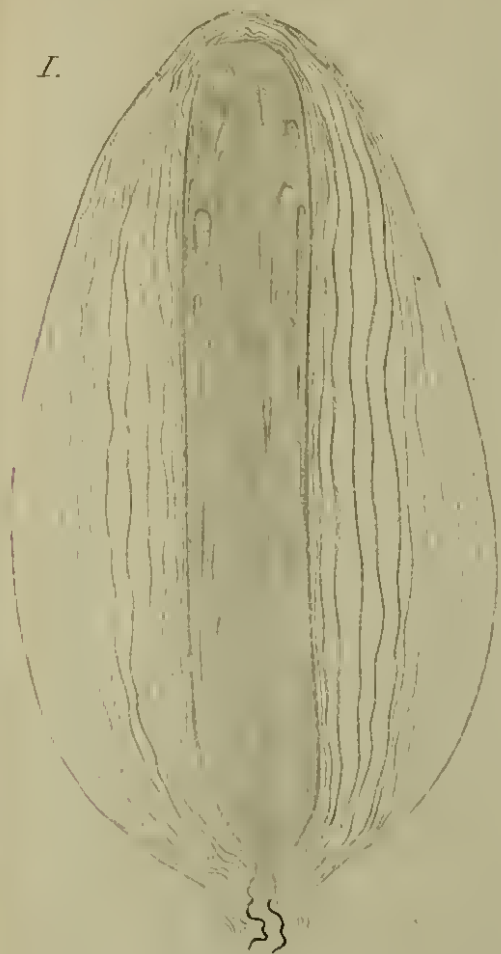
Erklärung der Abbildungen auf Taf. XXXI.

Vergrößerung 300 Mal.

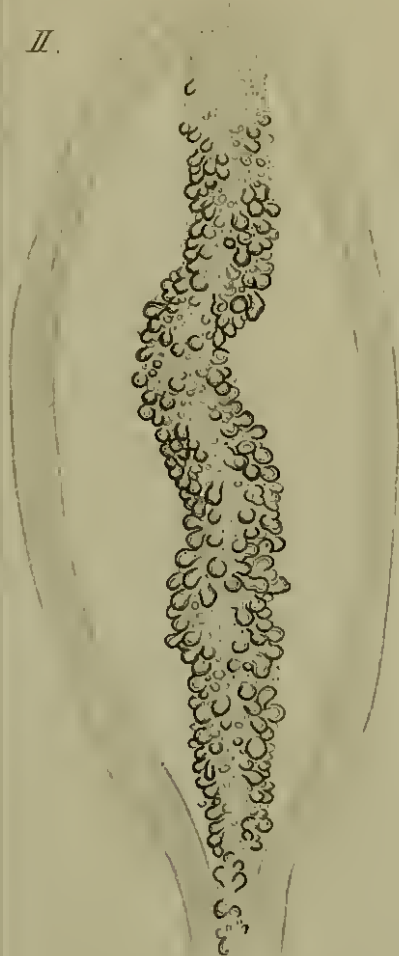
- Fig. I. Pacinisches Körperchen aus dem Mesenterium der Katze; mit Natron behandelt. Der Inhalt des Innenkolbens zeigt Vacuolen und spaltförmige Räume, die in Strömung nach der Spitze des Kolbens begriffen sind. Die Kapseln sind nur zum Theil mitgezeichnet.
- Fig. II. Pacinisches Körperchen vom Unterschenkel der Taube, mit Natron behandelt. Das Nervenmark des Innenkolbens geronnen. Die Hüllen des Kolbens sind in der Zeichnung nicht ganz ausgeführt.
- Fig. III. Unterer Theil des Innenkolbens eines Pacinischen Körperchen aus dem Mesenterium der Katze. Die Terminalfaser setzt sich als Axencylinder in die doppelcontourirte Nervenfaser hinein fort. Mit Essigsäure behandelt.
- Fig. IV. Innenkolben aus einem Pacinischen Körperchen der Taube herausgerissen. Ein Stück des Axencylinders ist aus der dunkelcontourirten Nervenfaser herausgezogen worden. Mit Essigsäure behandelt.

Leipzig am 20. Juli 1863.

I.



II.



IV.



III.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie](#)

Jahr/Year: 1863

Band/Volume: [13](#)

Autor(en)/Author(s): Engelmann Theodor Wilhelm

Artikel/Article: [Ueber die Endigungsweise der sensibeln Nervenfasern. 474-480](#)