

## Nachuntersuchungen über die Krause'schen Endkolben im menschlichen und thierischen Organismus.

Von

C. Lüdden, Stud. med.

---

Hierzu Taf. XLIII. A.

Wenn ich es unternehme, meine Untersuchungen zu veröffentlichen, so thue ich es unter der Aegide des Herrn Prof. Kölliker, durch dessen Güte es mir erlaubt war, dieselben während des letzten Winters in seinem Laboratorium anzustellen. Ohne mich auf die verschiedenen Ansichten einzulassen, die über die peripherische Endigung der Nerven herrschen, werde ich nur das beschreiben, was ich selbst gesehen habe. Hierbei ist es nicht etwa meine Absicht, neue Entdeckungen zu publiciren, da meine Untersuchungen gar nicht darauf ausgingen, sondern ich will nur das bestätigen und theilweise erweitern, was Andere gefunden haben. Ich werde mich daher in meiner Darstellung hauptsächlich an das Werk des Herrn Prof. W. Krause in Göttingen »Die terminalen Körperchen der einfach sensiblen Nerven« anschliessen, auf das ich auch in Beziehung der Specialia verweise.

### Die Endkolben.

Die Endkolben sind runde, länglich-ovale oder keulenförmige Körperchen mit einer kernhaltigen Bindegewebshülle, von der ein homogener oder feingranulirter Innenkolben umschlossen wird. An diesen treten eine oder mehrere dunkelrandige Nervenfasern, welche entweder gleich, oder nachdem sie Knäuel gebildet haben, in blasse Fasern übergehen, die in der Substanz des Innenkolbens eingebettet liegen und in einiger Entfernung von der Oberfläche desselben mit einer kolbigen oder knopförmigen Anschwellung enden. Es sind dies die am letzten entdeckten Endapparate der sensiblen Nerven und wurden dieselben zuerst 1860 von ihrem Entdecker W. Krause beschrieben. Derselbe fand sie zuerst in der Conjunctiva bulbi, den Schleimhäuten des Mundes und der Genitalien des Menschen und verschiedener Säugethiere, und in der äusseren Rumpfhaut der Maus, wodurch er zu der Behauptung veranlasst wurde,

sie möchten sich in den Schleimhäuten des Menschen und der Säugethiere, und auch in der äusseren Haut der Säugethiere überall vorfinden. Dies kann ich nicht allein für die Schleimhäute des Menschen und vieler der von *Krause* untersuchten Säugethiere und für die Rumpfhaut der Maus bestätigen, sondern ich habe auch in der äusseren Haut der Ratte, des Kaninchens und des Wiesels zahlreiche Endkolben aufgefunden. Was die Untersuchungsmethode betrifft, so habe ich mich zuerst lange abgemüht, an ganz frischen Präparaten die Endkolben aufzufinden; dies ist mir nicht eher gelungen, als nachdem ich dieselben erst einmal auf andere Weise zu Gesichte bekommen hatte. Ich legte nämlich die Conjunctiva bulbi des Kalbes, die ich zuerst untersuchte, in verdünnte Essigsäure (6—10 Tropfen concentrirter Essigsäure auf  $\frac{1}{2}$  Unze destillirtes Wasser), wodurch dieselbe nach eintägigem Liegen so durchsichtig wurde, dass die Endkolben meist mit allen ihren Theilen auf's Schönste gesehen werden konnten. Solche Präparate gaben, wenn die richtige Concentration der Lösung getroffen war, und man sie nicht zu lange hatte liegen lassen, den frischen durchaus nichts nach, übertrafen sie vielmehr durch ihre grössere Deutlichkeit. Nur nach langem Liegen wird der Kolben dunkler; doch hat die Terminalfaser gegen die richtige Lösung eine merkwürdige Resistenz. Eigenthümlich war es, dass, wenn ich die Lösung verdünnter nahm (5—6 Tropfen auf  $\frac{1}{2}$  Unze), die relativ dicken Häute von Ratten und Kaninchen in einem Tage so macerirten, dass sie fast zérfielen, während sie in concentrirteren Lösungen zwar auch durchsichtig wurden, aber ihre Zähigkeit behielten.

#### Die Endkolben der Säugethiere.

Die Endkolben kommen in der äusseren Haut und den Schleimhäuten aller Säugethiere vor und haben überall den gleichen Bau. Ausgenommen ist nur der Affe, der wie der Mensch besonders gestaltete Endkolben besitzt. Die Gestalt derselben ist bei den Säugethiereu länglich, meist am centralen Ende zugespitzt und am andern kolbenförmig verdickt. Manchmal ist das zugespitzte centrale Ende wie in einen Stiel ausgezogen. Die äussere Hülle des Körperchens besteht aus einer kernhaltigen Bindegewebsscheide, die als eine Fortsetzung des Neurilems der Nervenfasern angesehen werden kann. Die Kerne sind längsgestellt und treten an Essigsäurepräparaten sehr zahlreich hervor. Von dieser Bindegewebshülle wird der sogenannte Innenkolben eingeschlossen, der dieselbe ganz ausfüllt. Er ist meist homogen, manchmal vielleicht durch äussere Einwirkungen fein granulirt oder gestreift, von halbweicher Consistenz und scheint mit einer eigenen kernhaltigen Membran versehen zu sein. Dafür spricht wenigstens das Verhalten der Kerne. Ich habe nämlich beim Kaninchen und auch in anderen Fällen Körperchen gesehen, wo die Kerne der äusseren Hülle durch einen geringen Abstand vom Innenkolben getrennt waren, während der Innenkolben noch von einer

einfachen Reihe Kerne umgeben war. Die Terminalfaser endlich durchzieht als ein schmales, mattglänzendes Band das Centrum des Körperchens und endet nahe an dem peripherischen Ende des Innenkolbens mit einer kolbigen oder knopfförmigen Anschwellung. Dies ist das gewöhnliche Verhalten der Endkolben. Doch bietet ihre Gestalt verschiedene Modificationen dar. Ganz gewöhnlich zeigt der Kolben eine Schlängelung oder Knickung. In einem Falle sah ich in der äusseren Haut des Kaninchens einen doppelten Endkolben. Derselbe begann am centralen Ende einfach und theilte sich in der Mitte in zwei kolbige Arme. Im Centrum jedes Armes verlief das Rudiment einer Terminalfaser. Es trat zu diesem Doppelkolben nur eine dunkelrandige Primitivfaser. Die blasse Faser im Innern des Kolbens musste sich also getheilt haben. Diese Theilung der Terminalfaser habe ich bei Menschen in einfachen Kolben öfter gesehen. Gewöhnlich sieht man von den Endkolben Capillaren herkommen, die sich in der Hülle zu verästeln scheinen. Wenigstens habe ich beim Kalbe und Kaninchen Endkolben gesehen, die von anastomosirenden Capillaren umstrickt waren. Häufig aber laufen die Capillaren nur über oder unter dem Endkolben hin, so dass sie denselben theilweise oder ganz verdecken. Ueberhaupt ist die Lage der Endkolben, sowie der Verlauf der zu ihnen gehenden Nervenfasern sehr verschieden. Die Endkolben liegen gewöhnlich unter der oberflächlichsten Schicht der Cutis. In der äusseren Haut der Säugethiere, aber auch in der Conjunctiva bulbi lag das peripherische Ende gewöhnlich höher, so dass die Kolben in einem spitzen Winkel zur Oberfläche der Cutis lagen. Oft aber waren sie derselben auch parallel. Nicht selten, besonders beim Kalbe, wurden sie durch Capillaren verdeckt, von denen sie manchmal umschlossen waren. Bei Säugethieren, mit Ausnahme des Affen, tritt zu ihnen nur eine dunkelrandige Nervenfaser heran. Diese steigt meist aus dem Nervenplexus, der sich in den tieferen Schichten der Schleim- und äusseren Haut befindet, schräg aufwärts, und geht unmittelbar an einen Endkolben heran, oder sie theilt sich dichotomisch in zwei Aeste, von denen der eine sich zuweilen noch einmal theilt u. s. w. Alle diese Aeste endigen in Endkolben. Häufig ist der Verlauf der Primitivfaser ein sehr eigenthümlicher, so dass dadurch zu allerlei Irrthümern Veranlassung gegeben werden kann. Hierauf komme ich beim Menschen noch zurück, da dies dort ausgeprägter ist. Wenn die Primitivfaser an den Kolben herantritt, so verläuft sie oft noch eine Strecke weit dunkelrandig in einer Art von Stiel und geht dann erst, sich zuspitzend, in die Terminalfaser über. Doch braucht die Primitivfaser nicht bis dicht an den Endkolben heran dunkelrandig zu bleiben. Wenigstens habe ich beim Ochsen einen Fall gesehen, wo eine dunkelrandige Primitivfaser in eine blasse überging und  $\frac{1}{4}$ ''' weit verlief, ehe sie kolbig angeschwollen endete. Der Endkolben war in diesem Falle nicht wahrzunehmen, doch zweifle ich nicht, dass er vorhanden war. Beim Menschen habe ich noch schönere und deutlichere



Fälle gesehen. Ich erlaube mir beiläufig zu erwähnen, dass ich in der *Conjunctiva bulbi* des Schweines am *Cornealrande* die sogenannten *Manz'schen Drüsen* ebenfalls gefunden habe. Es sind schlauchförmige Drüsen, die am unteren Ende mit einer ovalen kolbigen Anschwellung enden. Zuweilen bildet das untere Ende eine Verschlingung, in welchem Falle sie den Schweißdrüsen ähnlich sind. Auch *Lymphfollikel* habe ich in der *Membrana nictitans* und der *Conjunctiva palpebrae inferioris* des Schweines gefunden. Es scheint dies eine besonders günstige Stelle zu sein, um über dieselben Untersuchungen anzustellen. In einem Falle sah ich fünf Follikel beisammen von  $\frac{1}{6} - \frac{1}{10}$ ''' , von denen einer mit einem deutlichen,  $\frac{1}{30} - \frac{1}{40}$ ''' breiten Saume umgeben war, in dem ich mehrere *Lymphkörperchen* wahrgenommen zu haben glaube, und von dem an einer Stelle zwei *Lymphgefäße* (?) zu benachbarten Follikeln abgingen. Solche Gefäße sah ich von mehreren Follikeln herkommen. Doch habe ich diesem Gegenstande nicht genug Aufmerksamkeit zuwenden können. Schliesslich will ich noch die Präparationsmethode auseinandersetzen, der ich mich besonders bei der äusseren Haut der Säugethiere bediente. Ich nahm natürlich die dünnere Haut des Bauches, suchte durch Zupfen die Haare so gut als möglich zu entfernen, was mir meist gelang, und legte dann ein Stück Haut einige Stunden, oder auch einen Tag in die erwähnte diluirte Essigsäure. Dann schabte ich mit einem stumpfen Scalpell die dunkel gewordene Epidermis vorsichtig ab, wobei die noch stehengebliebenen Haare meist mit ausgingen. Die Epidermis sass nach dem Liegen in Essigsäure so locker auf der *Cutis*, dass es nur eines sanften Streichens ohne allen Druck oder Zerrung bedurfte, um sie zu entfernen. Dann präparirte ich die subcutane Muskel- und die Fettschicht von unten her ab, wusch die *Cutis* gut aus und untersuchte sie dann in kleinen Stücken. Ebenso machte ich es mit der *Conjunctiva bulbi* und den anderen Schleimhäuten. Doch war da eine Zerrung beim Abkratzen des Epithels schon schwieriger zu vermeiden, da dieselben auch im gequollenen Zustande nicht die Consistenz haben, wie die äussere Haut.

#### Die Endkolben des Menschen und Affen.

Dieselben unterscheiden sich von denen der übrigen Säugethiere zunächst wesentlich durch ihre Gestalt. Diese ist nämlich nie eine keulenförmige, sondern stets eine schön runde, selten etwas ovale. Sonst bestehen sie ebenfalls aus Hülle, Innenkolben und Terminalfaser, die hier aber häufig, ja sogar gewöhnlich mehrfach ist. Es ist dies entsprechend der Zahl der Primitivfasern, die an einen Kolben herantreten. Dieselbe ist sehr wechselnd. Gewöhnlich begeben sich zwei, seltener eine dunkelrandige Primitivfaser zu einem Kolben. Bevor sie in denselben eintreten, oder wenn sie schon eingetreten sind, bilden sie häufig einen mannichfaltig verflochtenen Nervenknäuel, aus dem im ersteren Falle wieder Primitivfasern, im zweiten Terminalfasern hervortreten. Letztere verlaufen

gerade oder geschlängelt, indem sie sich zuweilen noch spitzwinklig theilen, bis nahe an die Grenze des Innenkolbens, wo sie kolbig verdickt enden. Nicht immer geht die dunkelrandige Faser bis dicht an den Kolben, sondern oft geht sie schon vorher in eine blasse Faser über. Diese Fälle erklärt *W. Krause* für durch Zerrung entstandene. Ich will zugeben, dass dies oft der Fall ist; doch habe ich einmal ein Präparat gesehen, das für die Präexistenz dieses Verhaltens spricht. Eine Primitivfaser theilte sich in drei blasse Fasern, von denen zwei nebeneinander zu einem Kolben verliefen, während die dritte zu einem besonderen Kolben ging, in dem sie sich noch dichotomisch theilte. Was den Verlauf der Nervenprimitivfasern betrifft, so ist derselbe beim Menschen ein sehr complicirter, und es können daher Präparate, die der Conjunctiva des menschlichen Auges entnommen sind, zu allerhand Irrthümern Veranlassung geben, wenn man sie oberflächlich betrachtet. Ich erwähne hier nur eines Falles, der so eclatant für eine Endschlinge sprach, dass vor dem Bekanntwerden der Endkolben wohl kein Mensch Anstand genommen hätte, sie dafür zu erklären. In der Conjunctiva bulbi eines Kindes beobachtete ich nämlich ein Nervenstämmchen neben einem kleinen Gefässe, von welchem ersteren eine Primitivfaser fast rechtwinklig abging. Dieselbe verlief eine ziemliche Strecke weit, bog dann schlingenförmig um, und verlief mit dem zweiten Schenkel in ganz geringem Abstände vom ersten und ihm genau folgend zum Nervenstämmchen zurück, wo sie verschwand. Sah man aber genauer hin, so konnte man einen dunkeln, rundlichen Kolben erkennen, der wegen des Gefässes und Nervenstämmchens nur undeutlich wahrzunehmen war. Aehnliche, aber nicht so schöne Fälle habe ich viele gesehen. Es kommt beim Menschen und Affen überhaupt sehr häufig vor, dass die Primitivfasern, bogenförmig verlaufend, wieder zu ihrem Ursprunge zurückkommen, um in der Nähe des Stämmchens, von dem sie ausgingen, oder zuweilen noch über dasselbe weglaufend, in Kolben zu enden. Als Curiosum will ich eines sehr zierlichen Nervenstämmchens Erwähnung thun, das, aus 8—10 Fasern bestehend, so verflochten war, dass es einer Flechte oder einem Strick täuschend ähnlich sah. Bemerken muss ich noch, dass ich die Endkolben auch in der Conjunctiva bulbi eines Affen gesehen habe, die ich der Güte des Herrn Prof. *H. Müller* verdankte. Doch war das Object schon leider etwas zu alt, so dass ich die Kolben nur in dem Zustande sah, wie sie auch in alten Menschaugen erscheinen. Durch Fäulniss nämlich zerfällt der Innenkolben in stark glänzende Körner und Körnchen, zwischen denen man aber zuweilen die terminale Faser noch theilweise wahrnimmt. Es ist deshalb auch schwierig, die Endkolben des Menschen genauer zu untersuchen, da man selten frische Objecte erhält. Ich hatte das Glück, die Conjunctiva bulbi einer jungen Person zu untersuchen, die sich einige Stunden vorher entleibt hatte. Ich fand darin nach einstündigem Liegen in Essigsäure sehr schöne Kolben, besonders einen ovalen, zu dem eine

dunkelrandige Faser lief und in dem die Terminalfaser ganz erhalten war. Andere, zu denen mehrere Fasern liefen und in denen Nervenknäuel lagen, sah ich mehrere. Die Contouren der Kolben waren sehr scharf und von Anhängseln nichts zu sehen. Nachdem die Conjunctiva mehrere Tage in Essigsäure gelegen hatte, wurden die Kolben dunkler und zerfielen zum Theil körnig. Einige Fälle habe ich auch gesehen, wo von einem dunkeln, ovalen Haufen, zu dem eine oder mehrere dunkelrandige Nervenfasern herantraten, wieder eine oder mehrere dunkelrandige Fasern austraten, um sich zu einem oder mehreren Kolben zu begeben. Behandelte ich das Präparat mit diluirtem Natron, so ergab sich der ovale Haufen als ein äusserst dicht verflochtener Nervenknäuel.

Diese von mir eben beschriebenen Endkolben des Menschen und der Säugethiere sind in neuester Zeit von Herrn Dr. *Arnold* in Heidelberg angezweifelt worden, ja derselbe sucht sogar zu beweisen, dass sie Kunstproducte seien. *Arnold* fand anfänglich nach *Krause's* Methode Kolben und war ganz befriedigt, bei genauerer Untersuchung ergaben sich die Kolben jedoch als Kunstproducte. Er giebt die Momente an, die ihn zu dieser Ueberzeugung gebracht haben, welche einem Leser, der die Sache nicht aus eigener Anschauung kennt, schon plausibel erscheinen können. Schliesslich stellt er vier Thesen auf, von denen die erste überflüssig ist, da sie sich mit der Richtigkeit der zweiten von selbst versteht, die zweite unrichtig ist, die dritte nichts Neues bringt und die vierte einiges Richtige enthält. Ich werde dies jetzt näher auseinandersetzen. In der ersten These sagt Dr. *A.* kurz gefasst: »Den *Krause's*chen Kolben kommt keine terminale Bedeutung zu, weil sich leere Scheiden und dunkelrandige Fasern von ihnen fortsetzen.« Es hängt diese Behauptung mit der zweiten These, dass die Endkolben Artefacte sind, eng zusammen, und ich werde deshalb etwas vorgreifen müssen. Dr. *A.* stellt sich die Entstehung der Endkolben so vor, dass durch mechanische Eingriffe die dunkelrandige Primitivfaser zerreisst oder gezerzt wird, wodurch das Myelin, so nennt er die Substanz des Nervenmarkes, sich an einer Stelle kolbenförmig ansammelt. In diesem Myelin liegt der Axencylinder, der, wenn er günstig abgerissen ist, die terminale Faser darstellt.

Vor allen Dingen ist die Entstehung der Kolben durch Zerreißen der Faser und Austreten des Markes in das Gewebe zurückzuweisen. Wer wird denn wohl, wenn er einen so roh gebildeten Kolben sieht, denselben für einen präexistirenden erklären? Ausserdem fehlt ja in diesem Falle die kernhaltige Hülle und der Kolben würde auch jedenfalls eine sehr unregelmässige Gestalt haben. Es bleibt also nur die Kolbenbildung durch Zerrung oder Dehnung der dunkelrandigen Faser übrig. Als Gründe für seine Behauptung führt Herr Dr. *A.* an, dass sich häufig von den Endkolben lichte Nervenscheiden und dunkelrandige Primitivfasern fortsetzen. Betrachten wir zuerst die lichten Nervenscheiden. Wie können sich lichte,



also leere Nervenscheiden von Kolben fortsetzen? Wo ist ihr Inhalt geblieben? Nehmen wir an, z. B. durch das Abschaben des Epithels mit dem Scalpell sei die Faser gedehnt und der Inhalt der Nervenröhre vom peripherischen Ende zum centralen gedrängt worden, wo er sich an einer Stelle kolbenförmig angestaut habe, so würde allerdings, wenn dies nämlich so ginge, eine leere Nervenscheide an dem Kolben wie ein Anhängsel sich befinden. Nun giebt aber auch Herr Dr. A. zu, dass sich im Endkolben die sogenannte Terminalfaser befindet. Ja, nach seiner Anschauung ist dies der unveränderte Axencylinder der mechanisch veränderten Faser. Es wird sich also, mag der Axencylinder präformirt sein oder nicht, auch im peripherischen Ende der Nervenröhre ein solcher befunden haben, da er im centralen vorhanden ist. Wo ist dieses Stück Axencylinder? Hat es irgend Jemand im Endkolben gesehen, wo es doch in irgend einer Gestalt vorhanden sein müsste, da der ganze Inhalt des peripherischen Nervenröhrenstückes in denselben gepresst ist? Dass es aber von dem Myelin verdeckt wird, geht nicht an, da die Terminalfaser, der centrale Theil des Axencylinders, sichtbar ist. Oder bleibt es in der Nervenscheide? Dann müsste man es sehen. Oder zieht sich der Axencylinder vielleicht wie ein gespanntes Gummibändchen zusammen, wenn man ihn am peripherischen Ende abreisst? Es ist überhaupt höchst eigenthümlich, dass der Axencylinder, mag er sich nun zusammenziehen oder günstig abreißen, immer gerade in den Endkolben passt, in dessen peripherischem Ende man ihn stets an guten Präparaten kolbig verdickt in kleiner Entfernung von der Hülle endigen sieht. Warum ragt er nicht einmal über das peripherische Ende des Kolbens hinaus in die lichte Scheide hinein? Es ist nach dem Gesagten wohl kein Zweifel, dass die lichten Scheiden des Herrn Dr. A. nichts als Capillaren sind, die ja bekanntlich häufig von den Endkolben herkommend beobachtet worden sind. Aber dunkelrandige Nervenfasern setzen sich von den Kolben aus fort. Diese scheint Dr. A. hauptsächlich gemeint zu haben, ja der Zeichner scheint dies sogar gewusst zu haben, denn er hat in Figur IV, wo sich nach der Beschreibung eine lichte Scheide fortsetzen soll, eine doppelt contourirte Faser gezeichnet. Das wäre schon eher ein Grund, den Endkolben die terminale Bedeutung abzusprechen. Doch möchte ich wissen, ob Dr. A. jemals einen Zusammenhang zwischen der sogenannten Terminalfaser und dem Axencylinder der sich fortsetzenden dunkelrandigen Nervenfasern gesehen hat. Ich glaube, Dr. A. hat überhaupt wenige Terminalfasern gesehen, wenigstens kommt in seinen Abbildungen keine vor. Doch er braucht ja diesen Zusammenhang gar nicht gesehen zu haben. Der Inhalt der Nervenröhre ist eben dicht hinter dem Kolben zerrissen und der Axencylinder in dem gebildeten Kolben hat sich etwas zusammengezogen, wobei er gewöhnlich kolbig anschwillt. Der Kolben umgiebt ihn (wobei er merkwürdiger Weise wenigstens bei Säugethieren immer ins Centrum zu liegen kommt, da das Myelin die seltene Eigenschaft hat, die

Nervenscheide stets nach allen Seiten gleichmässig auszubuchten), an welchem ersteren dann das peripherische Stück der Primitivfaser wie eine Nabelschnur hängt. Das wäre so weit ganz gut. Nun frage ich aber, wo kommt das Material zur Entstehung so beträchtlicher Kolben her? Sowohl das centrale als auch das peripherische Stück der Nervenröhre ist mit seinem Inhalt gefüllt. Doch Herr Dr. A. sagt: »Die sich fortsetzende Faser ist anfangs blass und wird erst später wieder dunkelrandig.« Der Inhalt des leeren Stückes dient also zur Bildung des Kolbens. In diesem Falle muss das leere Anfangsstück als lichte Nervenscheide betrachtet werden und es gilt das früher darüber Gesagte. Ich glaube, diese Bilder lassen sich so einfach erklären, dass Jeder die Unrichtigkeit der complicirten Erklärung des Herrn Dr. A. einsehen wird. Die lichten Scheiden sind also, wie ich schon sagte, Capillaren. Die dunkelrandigen Fasern sind allerdings Primitivfasern, setzen sich aber nur scheinbar vom Kolben fort. Zuerst können hier bei Menschen und Affen die Fälle eintreten, wo ein dunkles Nervenknäuel, wie ich früher beschrieben, für einen Endkolben gehalten wird. Macht man aber durch diluirtes Natron das Körperchen durchsichtig, so erkennt man leicht, dass es ein Nervenknäuel und kein Endkolben ist. Es setzen sich also auch nicht von einem Kolben eine oder mehrere dunkelrandige Fasern zu andern Kolben fort. Es kann sich aber auch von einem wirklichen Kolben eine Primitivfaser scheinbar zu einem zweiten Kolben fortsetzen. Doch nur scheinbar. Denn entweder kommt diese Faser, schräg aus dem tieferliegenden Plexus aufsteigend, erst am Rande des Kolbens zur Beobachtung, oder sie kann sogar mit den zum Kolben selbst verlaufenden Fasern, aber von ihnen verdeckt, laufen, dann unter dem Endkolben weggehen und erst am gegenüberliegenden Rande sichtbar werden. Dass solche Fälle vorkommen, habe ich selbst beobachtet. Nur wenn der Zusammenhang der sogenannten Terminalfaser mit dem Axencylinder des sich vom Kolben fortsetzenden Nervenröhrenstückes gesehen worden ist, glaube ich daran, dass die Endkolben keine terminale Bedeutung haben. Bis dahin muss ich dies bezweifeln.

Ich komme jetzt zur zweiten These. Sie heisst: »Die Krause'schen Kolben sind Artefacte.« Ich kann mich hier kürzer fassen, da ich bei Widerlegung der ersten These schon gezeigt habe, dass die Bildung der Kolben auf die von Herrn Dr. A. angegebene Art nicht gut möglich ist. Doch giebt er für die Endkolben des Menschen noch eine andere Entstehungsweise an. Er sagt nämlich an einer Stelle, dass Krause die Coniunctiva in successiven Schnitten vom Bulbus getrennt habe, dadurch müsse natürlich ein Zug und eine Spannung in der Coniunctiva hervor gebracht werden, wodurch zur Entstehung von Kolben Veranlassung gegeben werde. An einer andern Stelle meint er dagegen, da die Primitivfasern an den Stämmchen und an der Peripherie befestigt wären, so müssten sie sich beim Durchschneiden der Stämmchen vermöge ihrer



Elasticität zusammenziehen und sich zu Knäueln aufrollen, die dann für Endkolben gehalten würden. Also einmal eine Spannungshervorbringung und dann wieder eine Spannungsaufhebung bei demselben Acte. Dass übrigens solche Knäuel vorkommen, bestreite ich nicht, denn Nervenknäuel sind nicht selten beim Menschen und Affen. Aber 1) sind dieselben noch von Niemand für Endkolben ausgegeben worden, und 2) sind sie präformirt; denn die Ansicht, dass die Primitivfasern eine so grosse Elasticität besitzen, dass sie selbst das sie umgebende Gewebe zu verdrängen vermögen, scheint doch etwas bedenklich. Für die Präexistenz der Nervenknäuel spricht auch der Umstand, dass sie z. B. beim Kalbe oder der Maus gar nicht oder äusserst selten vorkommen, während doch zu ihrer künstlichen Bildung dieselben Bedingungen vorhanden sind. Als einen Beweis, dass die Endkolben Artefacte seien, führt Herr Dr. A. an, dass die grösseren Kolben immer an stärkeren, die kleineren an dünneren Primitivfasern sassen. Hierauf kann ich nichts erwidern, als dass sich jeder durch eigene Anschauung überzeugen kann, dass dies durchaus nicht immer der Fall ist. Dagegen will ich Herrn Dr. A. einen stichhaltigeren Beweis anführen, dass die Endkolben keine Artefacte sind, und das ist ihre Gestalt bei verschiedenen Geschöpfen. Dieselbe ist beim Menschen und Affen immer schön rund, selten etwas oval, bei den übrigen Säugethieren immer keulenförmig, an dem centralen Ende zugespitzt, am peripherischen kolbig verdickt. Nun möchte ich wissen, weshalb Herrn Dr. *Arnold's* Myelin nicht auch einmal beim Menschen einen keulenförmigen oder bei Säugethieren einen runden Kolben bilden sollte? Woher kommt es ferner, dass die Begrenzung der Kolben immer so scharf und die Kolben beim Menschen, wenigstens an frischen, sorgfältig behandelten Präparaten, stets so genau kreisrund oder oval sind? Wenn die halbweiche Masse des Myelins zusammengepresst wurde, so müsste man die Kolben doch in allen möglichen unregelmässigen Gestalten finden. Dass nun solche zuweilen vorkommen, ist schon möglich. Doch sind dies durch mechanische Eingriffe lädirte Kolben. Kurz es scheint die Annahme des Herrn Dr. A. nicht eben wahrscheinlich zu sein. Aber ein Umstand spricht doch entschieden für ihn. Es ist ihm nämlich mit grosser Mühe gelungen, bei Vermeidung aller Spannungsaufhebung, alles Zuges und Druckes und aller Zerrung Präparate herzustellen, in denen keine Endkolben zu sehen waren — ausser in den peripherischen Theilen. Also doch in den peripherischen Theilen. Nun, vielleicht waren im Centrum keine Endkolben, oder sie waren nicht sichtbar. Ich möchte nur wissen, wie Herr Dr. A. alle mechanischen Eingriffe vermieden hat. Er hat die Conjunctiva untersucht. Nun untersuche Jemand dieselbe, wenn er sie nicht in Stückchen abträgt, wobei doch die Spannung der Nervenfasern nach Herrn Dr. A. aufgehoben wird, und ohne das Epithel abzuschaben. Herr Dr. A. möge aber trotzdem alle mechanischen Verletzungen vermeiden haben, was hat er dann für ein Resultat gehabt? Er hat auch End-

kolben gefunden. Ich weiss nicht, ob Herr Dr. A. die *Pacini'schen* Körperchen der Vögel anerkennt, die bekanntlich in der äusseren Haut derselben sehr verbreitet sind und auch schon in der *Conjunctiva bulbi* z. B. der Ente gesehen worden sind. Man könnte nun fragen, warum sollen die Vögel vor den Säugethieren etwas voraus haben? Aber vielleicht hält Herr Dr. A. auch diese für Artefacte, entstanden durch die Quellung des Gewebes in Essigsäure. Richtig, das hätte ich bald vergessen. Durch die Quellung in Essigsäure sollen auch Endkolben erzeugt werden. Der Herr Dr. A. muss aber bedenken, dass sie auch an frischen Objecten ohne alle Behandlung mit Reagentien gesehen werden. Nun, in dem Falle werden sie durch mechanische Verletzungen hervorgebracht. Wenn man nur mit einem tüchtigen Skepticismus an eine Sache herangeht, so lässt sich Alles erklären. Aber noch eins habe ich anzuführen. Es ist mir in mehreren Fällen gelungen, die Endkolben zu isoliren. Wenn ich die Haut der Maus längere Zeit in verdünnter Essigsäure liegen liess, so zerfiel sie so, dass man sie mit Leichtigkeit zerpuffen konnte. Schon früher habe ich bemerkt, dass gegen gewisse Verdünnungen der Essigsäure, die ich leider nicht nach Procenten angeben kann, die Endkolben, und namentlich die Terminalfasern grosse Resistenz zeigen. Als ich nun solche macerirte Mäusehaut zerpuffte, gelang es mir einige Mal, Nervenstämmchen zu isoliren, von denen Primitivfasern ausstrahlten, die in Endkolben endeten. Das heisst nicht alle Fasern endeten mit Endkolben, sondern in jedem Falle nur eine. Der Endkolben flottirte frei und man konnte alle Theile desselben, selbst die Terminalfaser noch leidlich erkennen. Von einem Anhängsel war nichts zu sehen. Ich glaube, diese Belege sind hinreichend, um von der wirklichen Präexistenz der Endkolben überzeugt zu werden. Doch bin ich nicht abgeneigt, mich zur Ansicht des Herrn Dr. A. zu bekehren, wenn ich z. B. in der *Conjunctiva bulbi* des Kalbes oder der äusseren Haut der Maus oder des Kaninchens einen schönen runden Endkolben gefunden haben werde.

Die dritte These, dass die einzelnen Bestandtheile der *Krause'schen* Kolben nichts als veränderte Bestandtheile einer dunkelrandigen Primitivfaser seien, bringt eigentlich nichts Neues. Denn das ist bekannt, dass die äussere Hülle des Kolbens mit dem Neurilem und die Terminalfaser mit dem Axencylinder zusammenhängt. Vielleicht umgiebt auch die Nervenscheide den Innenkolben als besondere Hülle, so dass nur die Natur des Innenkolbens zweifelhaft wäre, von dessen Substanz man nicht weiss, ob man sie dem Nervenmarke gleichsetzen darf.

Die vierte These lautet: »Die Nerven endigen in Form von blassen Netzen.« Diese Behauptung muss dahin abgeändert werden, dass allerdings Netze von blassen Nerven in der äusseren Haut und den Schleimhäuten des Menschen und der Säugethiere neben Tastkörperchen und Endkolben wahrscheinlich überall vorkommen, dass es aber bis jetzt dahin gestellt bleiben muss, ob dies die letzten Enden sind, oder ob nicht

vielmehr aus diesen Netzen Aeste entspringen, die frei oder in terminalen Körperchen enden. Ich habe mich selbst längere Zeit mit diesen blassen Netzen hauptsächlich in der Haut der Maus und Ratte, wo sie prächtig zu sehen sind, beschäftigt. Ihr ganzes Aussehen spricht allerdings für Nerven, doch ist es mir trotz alles Suchens nie gelungen, einen unzweifelhaften Uebergang einer blass gewordenen Primitivfaser in diese Netze zu finden. Hingegen ist es mir auch nicht geglückt, sie mit Gefässen in Verbindung zu sehen. Vielmehr sah ich in den tieferen Schichten der Cutis etwas stärkere, blasser Fasern mit den Gefässen verlaufen und, meist rechtwinklige Aeste abgehend, sich in die Netze verlieren. Da nun der Uebergang dunkelrandiger Fasern in diese blassen Netze von *Kölliker* und andern Autoren constatirt ist, so kam ich auf den Gedanken, es möchte ein Theil der blassen Fasern vom Sympathicus stammen. In dieser Ansicht bestärkte mich der Umstand, dass ich von den blassen Netzen häufig Aeste zu den glatten Muskeln der Haut verlaufen sah, wo ich sie nicht weiter verfolgen konnte. Auch Herr Dr. *Arnold* giebt an, zuweilen scheinbar frei endigende Fasern aus den Netzen hervorgehen gesehen zu haben, erklärt sie aber für unwesentlich, da sie wahrscheinlich Kunstproducte seien, entstanden durch Zerreißen der blassen Netze. Dies scheint mir nicht der Fall zu sein, im Gegentheil scheint dieser Befund auch zu beweisen, dass die Netze nicht die letzten Enden der sensiblen Nerven sind.

Ziehen wir jetzt das Resultat aus dem Gesagten, so ergibt sich, dass die Behauptung des Herrn Dr. *Arnold*, die Endkolben seien Artefacte, falsch ist, und glaube ich die Präexistenz derselben erwiesen zu haben. Immerhin wird die Auzweiflung, die Herr Dr. *Arnold* ihnen angedeihen lässt, das bewirken, dass dieselben jetzt genauer untersucht werden und so die Entdeckung *Krause's* um so eher die Würdigung findet, die sie verdient.

---

### Die peripherische Endigung der sensiblen Nerven.

Schliesslich erlaube ich mir noch eine übersichtliche Darstellung der peripherischen Endigungsweise der sensiblen Nerven im menschlichen und thierischen Organismus zu geben, und dabei einige Beobachtungen zu erwähnen, die ich vorher nicht gut einfügen konnte. Während früher die *Pacini'schen* Körper die einzigen genauer bekannten Endapparate der sensiblen Nerven waren (da man die sogenannten Tastkörperchen für Bindegewebsstränge hielt, an denen die Nervenfasern Schlingen bilden sollten, ohne in ihnen zu endigen) und die Endigungsweise derselben an andern Orten, wie in der Haut des Menschen und der Thiere u. s. w., entweder gänzlich unbekannt war oder als Endschlingen, freie Endigung oder Netz blasser Nerven beschrieben wurde, hat jetzt *Krause* durch seine



Untersuchungen dargethan, dass es keine andere, bis jetzt durch richtige Beobachtung nachgewiesene peripherische Endigungsweise der sensiblen Nerven giebt, als die in terminalen Körperchen, analog den *Pacini'schen*. Wenn ich nun auch im Ganzen und Grossen dieser Ansicht *Krause's* bestimme, so muss ich doch gegen die ausschliessliche Endigungsweise in terminalen Körperchen protestiren und die Existenz blasser Netze neben denselben aufrecht erhalten. Da ich über letztere schon das Nöthige gesagt habe, so erlaube ich mir hier noch eine Endigungsweise anzuführen, die auch *Krause* als besondere hinstellt, das ist die Endigung der sensiblen Nerven in den Haarbälgen. Leider ist über dieselbe so gut wie nichts bekannt. Am besten lassen sich die Haarbälge auf ihre Nerven an Häuten kleiner Thiere, als Mäuse, Ratten, Kaninchen untersuchen, wenn dieselben in Essig macerirt sind. Man sieht dann meist zwei dunkelrandige Nervenfasern an den Haarbalg treten, wo sie wegen der Undurchsichtigkeit des letzteren dem Auge entschwinden. Jedoch gelang es mir, an isolirten durchsichtigeren Bälgen das Uebergehen der dunkelrandigen in eine blasse Faser zu beobachten, die leider nicht weiter zu verfolgen war. Obgleich nun Definitives über die Endigungsweise dieser blassen Fasern nicht bekannt ist, so lässt sich doch vermuthen, dass sie analog den Terminalfasern in den terminalen Körpern im Gewebe des Haarbalges und besonders der Haarpapille mit knopfförmiger Anschwellung endigen. Man könnte in diesem Falle eine freie Endigung annehmen, dagegen wäre es der Uebereinstimmung halber besser, die Endigungsweise der sensiblen Nerven in den Haarbälgen derjenigen in den terminalen Körpern an die Seite zu stellen, indem man die ganzen Bälge und hauptsächlich die Haarpapille als Endapparat betrachtet. Es wäre also blos das Netz blasser Nervenfasern abweichend von der allgemeinen Endigungsweise der sensiblen Nerven. Doch ist es wahrscheinlich, dass auch von diesem noch Fasern abgehen, die auf analoge Weise endigen wie die Terminalfasern der terminalen Körperchen. Ja es wäre sogar denkbar, dass die letzten Enden der blassen Fasern in den Haarbälgen als auch der aus den blassen Netzen hervorgehenden von Körperchen umgeben sind, die bei unseren jetzigen Untersuchungsmethoden und mit unseren jetzigen Instrumenten nicht wahrnehmbar sind; wodurch dann die Harmonie in der Endigungsweise der sensiblen Nerven eine vollständige würde. Für jetzt aber macht sich die peripherische Endigung der sensiblen Nerven in der Haut und den Schleimhäuten des Menschen und der Säugethiere folgendermassen. In der äusseren Haut des Menschen und des Affen finden sich: 1) *Pacini'sche* Körper, sehr verbreitet im Unterhautzellgewebe. 2) Tastkörperchen überall; am zahlreichsten an Hand, Fuss, Brustwarze, beim Affen an der Lippe. 3) Nervenendigung in den Haarbälgen. 4) Netze blasser Nerven, von *Kölliker* in der Haut der Maus und des Frosches beobachtet. In den Schleimhäuten sind enthalten: 1) Endkolben, 2) Netze blasser Nerven. Bei den Säugethiern ist die En-

digungsweise ebenso, nur dass an die Stelle der Tastkörperchen Endkolben treten.

Was die Endigung der sensiblen Nerven in andern Organen betrifft, so ist darüber noch sehr wenig bekannt. Man hat zwar *Pacini'sche* Körper an Knochenerven, im Mesenterium gewisser Thiere und in manchen sympathischen Plexus gefunden, weiss aber über die Endigungsweise in den Knochen selbst und in den Drüsen gar nichts. In der Zahnpulpa sind freie Enden bemerkt worden. Ueber die quergestreiften Muskeln existiren zwei Angaben von *Herbst*, wonach *Pacini'sche* Körper in den Muskeln am Unterschenkel des Schafes und am Schwanze der Katze vorkommen. Diesen Angaben kann ich beifügen, dass ich im Hautmuskel der Ratte zuweilen ovale Körperchen mit kernhaltiger Bindegewebshülle bemerkt habe, zu denen je eine feine Nervenfasern verlief. Sie lagen theils an der Oberfläche des Muskels, theils auch zwischen den einzelnen Primitivfasern und boten dasselbe Ansehen wie Endkolben dar. Die Terminalfaser in ihnen zu sehen war leider wegen des Kernreichthums nicht möglich. Die Haut hatte mehrere Tage in Essig gelegen.

Wenn nun auch diese wenigen Beobachtungen noch nicht ausreichend sind, um über die Endigungsweise der sensiblen Nerven in den quergestreiften Muskeln etwas Bestimmtes zu sagen, so lässt sich aus ihnen doch schliessen, dass auch hier Endapparate für die sensiblen Nerven vorhanden sind, die aber vielleicht nicht in allen Muskeln gleichen Bau haben. Wie die sensiblen Nerven in den glatten Muskeln endigen, ist bis jetzt völlig unbekannt.

---

#### Erklärung der Abbildungen auf Taf. XLIII. A.

Endkolben der Conjunctiva des Menschen (die zwei runden) und des Kaninchens  
300mal vergr.

---

A.



B.





# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1862-1863

Band/Volume: [12](#)

Autor(en)/Author(s): Lüdden C.

Artikel/Article: [Nachuntersuchungen über die Krause'schen Endkolben im menschlichen und thierischen Organismus. 470-482](#)