

Ueber die Ontogenie ist wenig bekannt; die Phaeodarien vermehren sich auch durch Teilung.

Haeckel teilt die Gruppe der Phaeodarien in 4 Ordnungen mit 15 Familien, wie folgt:

I. Ordo. *Phaeocystina*.

Skelett fehlt oder besteht aus isolierten Stücken:

1. *Phaeodinidae*. 2. *Cannorrhaphidae*. 3. *Aulacanthidae*.

II. Ordo. *Phaeosphaeria*.

Mit kugliger, selten ovaler oder scheibenförmiger Gitterschale, ohne Hauptaxe:

4. *Orosphaeridae*. 5. *Sagosphaeridae*. 6. *Aulosphaeridae*. 7. *Cannosphaeridae*.

III. Ordo. *Phaeogromia*.

Mit monaxaner, meist eiförmiger Gitterschale, mit Hauptaxe, an deren einem Ende die Mündung liegt:

8. *Challengeridae*. 9. *Medusettidae*. 10. *Castanellidae*. 11. *Circoporidae*.
12. *Tuscaroridae*.

IV. Ordo. *Phaeoconchia*.

Die Gitterschale besteht aus zwei getrennten, muschelähnlichen Klappen:

13. *Concharidae*. 14. *Coelodendridae*. 15. *Coelographidae*.

Die Phaeodarien kommen in allen Meeren in großen Schwärmen vor, doch sind sie in den Tropen zahlreicher wie in gemäßigten und kalten Zonen, und in großen Tiefen häufiger, wie in seichtem Wasser.

R. v. Lendenfeld.

Nach welcher Richtung hin soll die Nervenlehre reformiert werden?

(Histologisches und Histogenetisches.)

Von Dr. **Stefan Apáthy**,

Privatdozent in Budapest.

(Schluss.)

Beenden wir aber erst die Schilderung der typischen Nervenspindel.

Die Nervenspindeln besitzen zwar eine ziemlich große Dehnbarkeit, was teilweise nur durch den welligen Verlauf der Primitivfibrillen ermöglicht wird; sie haben aber an und für sich eine sehr geringe Elastizität. Die größte hat unter ihren möglichen Bestandteilen noch ihre Zellmembran, die geringste die Primitivfibrillen selbst; daher ihr welliger Verlauf. Beinahe alle jene Erscheinungen, welche durch die Elastizität der Nervenfasern bedingt zu sein scheinen, sind durch das interstitielle Bindegewebe, in welchem einzelne Nervenästchen, Reihen von Nervenspindeln selbst, oder Verzweigungen der

Spindeln, eingebettet verlaufen, oder durch das Neurilemm im alten Sinne, welches die Spindelreihen (Nervenfasern) zu Bündeln zusammenhält. Man sieht ja an ganz graden Nerven, welche sogar gestreckt erscheinen, dass die Nervenfasern selbst sehr wellig und gewunden verlaufen. Hätten sie eine gleiche Elastizität, wie das Neurilemm, so würden sie sich verdickt in demselben Maße verkürzt haben, aber grade liegen, wie dies in sehr gestreckten Nerven der Fall ist.

Die leitende Substanz zeigt, in frischem Zustande am auffallendsten und auch nach gewissen Behandlungen in Dauerpräparaten eine mehr oder weniger starke Doppelbrechung. Diese Doppelbrechung ist an sogenannten nackten Nervenfasern nicht weniger als an den sogenannten markhaltigen Nervenfasern, und an den kleinern Aesten ebensogut wie an größern Stämmen nachweisbar. Sie kann nicht von der bindegewebigen Hülle der Nerven herrühren, denn sie ist auch an vereinzelt, isolierten und hüllenlosen Nervenfasern resp. Aestchen der Nervenspindel wahrnehmen (*Pontobdella*); sie kann auch nicht Eigenschaft des Axenprotoplasmas oder Zellsaftes sein, denn ihre Intensität steht mit der relativen Masse des letztern in keinem Zusammenhang, und sie nimmt an Aestchen, welche wie schon früher erwähnt, keinen solchen Axenteil mehr besitzen, keineswegs ab. Es sind auch, im Gegensatz zu den Muskelprimitivfibrillen, nicht die Nervenprimitivfibrillen, welche das Licht doppelt brechen; denn diese sind bei gekreuzten Nicols dunkel; doppelbrechend ist die interfibrilläre Substanz, und zwar das darin enthaltene Myelin. Man sieht am abgeschnittenen Ende eines jeden Nervenstammens die doppelt brechenden Myelinformationen hervorquellen. Besonders schön sah ich dies an Nerven von *Aplysia*. Anderseits wird die Doppelbrechung nach Behandeln mit Reagentien, welche Myelin lösen oder stark verändern, vollkommen eingebüßt. (Balsampräparate, Paraffinschnitte.) — Eine erwähnungswürdige Erscheinung ist schließlich, dass die Doppelbrechung dann am stärksten ist, wenn man die Nerven vertikal auf ihre Hauptaxe betrachtet, gar nicht vorhanden ist sie, wenn man den Nerv parallel mit seiner Hauptaxe ansieht, also auf Querschnitten (es genügen optische) über den frischen Nerv, oder an Stellen, wo der Nerv im Präparat in diesem Sinne geknickt ist. (Das Gesagte bezieht sich natürlich bloß auf solche Fälle, wo die ursprüngliche Anordnung des Myelins im Nerv wenig geändert ist, wo also noch keine Myelinformationen aufgetreten sind.)

Besprechen wir nun die verschiedenen Gestaltungen, in welchen die Nervenspindeln bei verschiedenen Tieren auftreten.

Größe und Dimensionen der Nervenspindeln. Es möge genügen dem schon Gesagten noch folgendes beizufügen.

Die kleinsten Nervenspindeln des erwachsenen Organismus fand ich bei Mollusken. Bei *Aplysia* stehen zum Beispiel die Kerne der Nervenfasern (in den Längskommissuren), in jeder bloß eine Reihe von einander in einer Entfernung von ungefähr — denn eine genaue Bestimmung ist sehr schwer — 200—300 μ ; die größte Dicke der Spindeln ist kaum 3 μ . Die entsprechenden Abschnitte der Remak'schen Fasern der Wirbeltiere und Nervenfasern von Insekten in den Rückenmarkskommissuren sind zwar kürzer, aber bedeutend dicker, bis 6 μ . Die Dimensionen der markhaltigen Nerven der Wirbeltiere sind wohl bekannt. Abschnitte mit je einem Kern können bei Rochen 7 mm lang sein, mit einer Breite von 30 μ (Ranvier). Ihre Größe wechselt bei demselben Wirbeltiere zwischen sehr weiten Grenzen; bei Insekten und Mollusken ist sie ziemlich konstant, für die betreffende Art beinahe charakteristisch. Bei den von mir untersuchten Crustaceen ist die Länge der entsprechenden Nervenspindel nicht zu bestimmen, oder höchstens in den dünnsten unter den Nervenröhren, welche z. B. eine Längskommissur zusammensetzen; in den dickern Röhren befinden sich Kerne in mehreren Reihen, unregelmäßig verteilt. Die größten, wirklich kolossalen Nervenröhren habe ich bei *Palinurus* von einer Dicke von 300, bei *Penaeus* von 200 μ gefunden. Neben diesen sind aber in denselben Commissuren auch solche, welche nicht dicker als 5—6 μ sind. Jene großen sind aber, wie erwähnt, mehrzellige Nervenspindeln. Diesen gegenüber können die Nervenspindeln der Hirudineen, welche je eine Längskommissur bilden, kaum besonders groß erscheinen; ihre Dicke ist auch bei *Pontobdella* kaum je mehr als 80 μ ; ihre Länge ist dem entsprechend mindestens 20 mm, denn ungefähr so lang kann ein gestrecktes Somit der größern *Pontobdella*-Exemplare sein. Sie sind also nicht mehr als 3 mal so dick und 3—4 mal so lang als die oben erwähnten Faserabschnitte von *Torpedo*, welche den Commissuren der Hirudineen auch an Zellenwert gleich, ebenfalls eine Zelle sind. Wie lang aber einzelne Primitivfibrillen solcher Nervenspindeln von Hirudineen sein können, kann man kaum ermessen; jedenfalls länger als das Somit selbst; denn ein großer Teil ihrer Verzweigungen scheint nicht im Ganglion, wo sie sich verbreiten, zu endigen, sondern geht aus diesen mit den Seitennerven weiter hinaus, ja es geben sogar gewisse Gruppen dieser Verzweigungen grade durch das Ganglion und münden in die entsprechende Commissur des vorhergehenden oder des folgenden Somits ein. Jedenfalls sind aber diese Commissuren von *Pontobdella* die größten einzelligen Nervenspindeln, welche bisher beobachtet worden sind.

Form, Gliederung und Verlauf der Nervenspindeln. An Nervenspindeln habe ich außer den bekannten drehrunden, welche dickere oder dünnere, oft fadenförmig dünne, kürzere oder längere Zylinder bilden, bandartig abgeplattete und solche gefunden, welche, weil sie sehr kurz und an beiden Enden sehr verästelt sind, eigent-

lich sternförmig genannt werden müssen. (Man verzeihe mir das Paradoxon einer sternförmigen oder bandartigen Spindel!) Um eine große Auswahl dieser Formen zu finden, müssen wir wieder die Hirudineen und besonders das so günstige Untersuchungsobjekt, *Pontobdella*, herbeiziehen.

Außerst abgeplattet, bis 60 μ breiter Bänder bildend, sind die Verästelungen der Seitennerven von *Pontobdella* gleich nach dem Heraustreten aus dem Geflechte, welches die großen Leydig'schen Zellen umgibt. Sternförmige Nervenzellen sind jene 4, welche das Röhrenchengeflecht (die frühere Punktsubstanz) in jedem Bauchganglion bilden. Zwei davon liegen schon früh in der Mittellinie, je eine rechts und links von diesen. Einige dieser sternförmigen Nervenzellen wurden bereits von mehreren als große multipolare Ganglienzellen beschrieben; sowohl ihre Beschaffenheit als auch ihre Entstehung von derselben Zellenreihe, von ähnlichen Zellen, wie die, welche den Längskommissuren selbst, die doch in jeder Klasse der Wirbellosen die ihr am charakteristischen Nervenfasern enthalten, den Ursprung gegeben haben, beweist, dass sie keine Ganglienzellen, sondern den Ranvier'schen Abschnitten, einzelnen Nervenspindeln gleichmäßig sind.

Während der Querschnitt der Nervenspindeln der übrigen Tiere meist bloß zwischen dem Kreis und dem längern oder kürzern Oval variiert, und eckige Formen nur unwesentlich, durch gegenseitigen Druck spät entstanden sind, bekommen die Kommissurspindeln der Hirudineen während ihres Dickenwachstums eine ganz eigentümliche Gestaltung. Diese ist das Gegenstück zur merkwürdigen Gliederung durch Längsfalten und Einkerbungen der Wand an Fasern der Längsmuskulatur von *Branchelion*, welche ich bereits genauer geschildert habe. Ein Unterschied ist bloß dadurch bedingt, dass sich die Gliederung des Querschnittes an den Kommissuren nicht frei entfalten kann, denn eine starke Neurilemmhülle umschließt sie bald fest; die Dehnung dieser festen Scheide geht mit dem Wachstum der ganzen Nervenspindel, namentlich mit dem der leitenden Substanz, die jedoch immer zu einer verhältnismäßig dünnen kortikalen Schichte ausgedehnt bleibt und außerhalb welcher die Nervenspindel keine Zellmembran besitzt. Nun werden die Faltungen, die Einstülpungen dieser Wand aus leitender Substanz in der Weise eng zusammengepackt, dass sie eine Einteilung des Spindellumens, welches mit Protoplasma und viel Zellsaft gefüllt ist und den großen ovalen Kern enthält, in radiäre Fächer bewirken. Von den Balken dieser Fächer gehen noch andere, kleinere ab, welche sekundäre und von diesen, welche tertiäre Vereinfachungen hervorrufen. Durch gegenseitiges Zusammenwachsen der benachbarten Balken, welche also alle Duplikaturen der Wand darstellen, gegen das Zentrum zu, entstehen mehrere keilförmige Abteilungen, welche um eine, den Kern beherrschende zentrale Abteilung herum radiär gelagert sind, und mit

dieser bloß streckenweise kommunizieren. Innerhalb dieser keilförmigen Abschnitte ersten Ranges, welche auch der Entwicklung nach zuerst erscheinen, treten in derselben Weise Abschnitte zweiten und in diesen solche dritten Ranges auf. Weiter geht die Zerklüftung in dieser Weise nicht; es wachsen aber (Duplikaturen der leitenden Wand nach innen hinein, schnüren sich ab und dadurch entstehen innerhalb der größeren Abteilungen feine Röhren von einem bis mehreren Mikromillimetern, welche je nach der Art und Weise der Abschnürung die ursprüngliche innere Fläche der Spindelwand bald nach innen, bald nach außen gekehrt haben und bald eine einfache, bald eine doppelte Wandung besitzen. Demgemäß sind die ihnen am Querschnitt entsprechenden Kreise bald mit einer protoplasmatischen Masse, bald scheinbar hohl oder zu einem kurzen Stäbchen zusammengeklappt, bald haben sie eine dicke, bald eine sehr dünne Wand. Solche in die ursprüngliche Spindel eingeschachtelte Röhren, welche aber mit den Nansen'schen, aus Spongioplasma bestehenden Primitivtuben nichts zu thun haben, entstehen auch während des postembryonalen Wachstums, denn man kann bei demselben Tiere mehrere Phasen ihrer Abschnürung zusammenstellen. Der zentrale Teil der Kommissuren verästelt sich nicht; er teilt sich aber, die Verzweigung gleich vor und hinter dem Kerne beginnend, successive in kleinere Ästchen, so dass man in weiter liegenden Querschnitten an seiner Stelle eine Gruppe von kleinern Kreisen oder Ovalen findet. Diese Endäste des zentralen Teiles reichen aber meist nicht bis zu den Ganglien, sondern münden schon früher in die peripherischen Keilabschnitte der Kommissur ein. Die Verästelungen der Keilabschnitte und wahrscheinlich auch ein Teil wenigstens der in sie eingeschachtelten Röhren gehen, jene successiv, diese direkt in die Verästelungen der Kommissurenspindel über, welche teilweise an Ganglienzellen enden, teilweise weiter gehen, entweder nach Umschlingung gewisser Ganglienzellen, oder indem sie sich unmittelbar in die Seitennerven einbiegen resp. sich in die Kommissur des anstoßenden Somits weiter fortsetzen. Die multipolaren Nervenzellen der Ganglienschwellungen stehen ihrerseits durch einen Teil ihrer Ausläufer mit Ganglienzellen in Zusammenhang; der andere Teil setzt sich in die Längs- oder Querkommissuren resp. in die Seitennerven fort.

Ganz konstant bei allen Hirudineen, aber in etwas variabler Form und Anzahl, am deutlichsten bei *Pontobdella*, sind in den Längskommissuren gewisse Längsabschnitte, weitere Röhren mit dickerer Wand und auffallend hellem Lumen, welche vollkommen den sogenannten Neurochorden der Chaetopoden entsprechen. Dorsal- und medianwärts liegt bei *Pontobdella* in jeder Kommissur ein größerer „Neurochord“ und noch weiter nach innen, mehr ventral zwei oder drei kleinere. Diese Verteilung der Neurochorde begegnet man, mit Ausnahme der Kopf- und der Haftscheibensomite in jedem des Körpers,

aber nicht in der ganzen Länge eines Somits gleich. In die Ganglienschwellungen angelangt, zerklüften sich die Neurochorde und so passiert wenigstens ein Teil dieser Aeste, durch ihre dickere Wandung und helleres Lumen erkenntlich, das Ganglion, um sich im folgenden Somit wieder zu Neurochorden zu sammeln.

Die de Faivre'schen Nerven sind bei *Pontobdella* ähnlich in Fächer eingeteilt, wie die Kommissuren. In die Ganglienschwellung angelangt, mündet ein Teil dieser Abschnitte des Nerf de Faivre rechts und links in die Neurochorden, der mittlere Teil dagegen scheint in die longitudinalen Ausläufer der entsprechenden medialen sternförmigen Nervenzelle (die beiden mittlern der 4) überzugehen.

Auf Längsschnitten erscheinen die Kommissurspindeln, als ob sie je Bündel weiterer und engerer Röhren wären, welche eng neben einander parallel verlaufen, sich hie und da in dünnere spalten resp. mit andern benachbarten verschmelzend in dickere übergehen.

Ich habe im Vorhergegangenen die Gliederung der Nervenspindel der Längskommissuren deswegen genauer beschrieben, weil ich glaube, dass diese Verhältnisse nicht nur bei den Hirudineen, sondern wenigstens ähnlich auch bei den übrigen Würmern aufzufinden sein werden. Ganz andere Bilder liefern Querschnitte über die Seitennerven; von einer radiären Verfächerung ist nichts zu sehen; man hat bloß rundliche Querschnitte über Nervenspindelfortsätze von verschiedenem Durchmesser und verschieden dicker, ausschließlich aus leitender Substanz bestehender Wandung.

Was nun die Gliederung der Nervenspindel bei andern Tieren betrifft, so treten bei Crustaceen, wie Nansen für einige gezeigt hat, die dünnern Nervenspindeln direkt, die dickern nach mehrfacher Verzweigung an die Ganglienzellen an.

Eine andere eigentümliche Art von Gliederung der Nervenspindel habe ich bei gewissen oben erwähnten Crustaceen, namentlich bei *Penaeus* beobachtet. Diese Gliederung wird durch eine endogene Zellteilung innerhalb der Membran der ursprünglich zweifellos einzelligen Nervenspindel hervorgerufen und bewirkt nach außen bloß eine Dehnung der sich nicht faltenden Membran, bloß ein Dickenwachstum ohne äußere Formveränderungen der Spindel. Sie besteht darin, dass den Tochterzellen entsprechend, in welche sich die Nervenzelle teilt, auch von der leitenden Substanz der Mutterspindel kleinere oder größere Fibrillenbündel abgespalten werden. Die leitende Substanz der Mutterspindel bildet einen mit Zellsaft gefüllten weiten Schlauch, in dessen mehrschichtige Wand der Mutterkern samt Protoplasma von außen eingedrückt ist. So bildet die leitende Substanz mehrere konzentrische Lagen; außer einem unter der Spindelmembran abgesonderten peripherischen Mantel, wie der bei den Wirbeltieren, befindet sich Myelin auch in der leitenden Substanz selbst, und zwar wird die innerste Lage derselben neben einer

zähern Interfibrillärsubstanz durch eine größere Menge eingelagerten Myelins charakterisiert. Diese Lage, die innerste Wand des Schlauches, bleibt immer deutlich gesondert und erscheint am Querschnitt nach Wasserentziehung und teilweiser Entfernung des Myelins als ein kleinerer oder größerer Ring, meist mit dickem Rahmen und kleinem Lumen, welches eventuell kaum mehr wahrnehmbar ist. Diese Form vom kontrahierten Axenzylinder der Mutterspindel entspricht den Bildern, welche wir in Präparaten von Wirbeltiernerven begegnen. Außerhalb dieses Ringes befinden sich die unregelmäßig verteilten Tochterkerne mit Protoplasma und leitender Substanz umgeben resp. in Stränge von letzteres eingedrückt. Sowohl der dem genannten Ringe entsprechende Schlauch als auch die den Tochterkernen zukommenden Mengen der leitenden Substanz lassen die Primitivfibrillen auf Längsschnitten sehr deutlich erkennen, und zwar sind sie in der Wand des zentralen Schlauches sehr dicht zusammengepackt und offenbar ganz besonders fest zusammengekittet, denn ihr Verlauf ist auffallend parallel, regelmäßig und grade.

Gelegentlich befindet sich der eben genannte fester und dichter zusammengekittete Teil der Primitivfibrillen anstatt in der Wand eines weiteren, mehr oder weniger exzentrischen Schlauches in der von zwei oder drei engeren verteilt. In solchen Fällen sieht man am Querschnitt zwei oder drei kleinere, ungleich große Ringe in einer Nervenspindel; in dieser sind also mehrere Axenzylinder und verschiedene gesonderte Bündel von Primitivfibrillen, welche den andern Tochterkernen entsprechen, vorhanden. In diesen Bündeln sind die Primitivfibrillen nur mehr oder weniger lose zusammengepackt und bilden nicht Schläuche mit besonderem Lumen. Diese sekundären Bündel werden im Leben durch den stark gedehnten primären Schlauch (resp. Schläuche) an die Wand, in die Myelinschicht, welche der Spindelmembran anliegt, hineingedrückt und werden so nur während des Absterbens, wenn sich auch der Schlauch kontrahiert und abhebt, allmählich sichtbar.

Bei Mollusken verzweigen sich die an und für sich sehr dünnen Nervenspindeln im Zentralnervensystem überhaupt nicht; es tritt immer eine ganze Nervenspindel mit der Ganglienzelle in Verbindung; die Nervenspindel zerklüftet sich bloß in den peripherischen Endnerven, dann aber sofort in Primitivfibrillen.

Lageverhältnisse und relative Menge der Bestandteile der Nervenspindel. Der protoplasmatische Teil nimmt, wie erwähnt, meistens die Mitte der Nervenspindel ein und bildet so wirklich die Axe derselben. In diesem Falle zieht er sich, wenn sich die Spindel nicht verästelt, entweder in gleicher Dicke durch die ganze Faser oder verjüngt und verliert sich in einer gewissen Entfernung vor und hinter dem Kerne in jedem Abschnitt so, dass sich bloß der leitende Teil über die ganze Faser ununterbrochen fortsetzt. Das

erstere geschieht in den sogenannten markhaltigen Nerven der Wirbeltiere und in denen der Crustaceen etc., wodurch die ganze Spindelreihe zu einer kontinuierlichen Röhre gestaltet wird. Streckenweise unterbrochen ist die protoplasmatische Axe in den Remak'schen Fasern, in den Nerven der Mollusken und der Insekten. Verzweigt sich die Spindel, so zieht der protoplasmatische Teil, wenn er nicht überhaupt schon vor der Verästelung aufgehört hat, und der Ast nicht allzu dünn ist, mit in die Zweige hinein. Sind diese dagegen dünn, so bestehen sie, wie schon erwähnt, bloß aus der leitenden Substanz.

Meist liegt der Kern in der Mitte der Spindellänge; ist aber die leitende Substanz nach den beiden Enden hin durch verschiedene Verzweigung ungleichmäßig angeordnet, so liegt der Kern dem Ende, welches die stärkern und längern Zweige führt, näher. Er hält die leitenden Massen, welche sich vor ihm und hinter ihm befinden, quasi in Equilibrium.

Sehr oft nimmt der protoplasmatische Teil resp. der Kern nicht die Axe der Spindel ein, und wird nicht vollkommen mit leitender Substanz umgeben. Der Kern, samt umgebenden Protoplasma kann peripherisch in die Spindel eingedrückt oder auch an deren Oberfläche hervorragend liegen. Ist der ganze protoplasmatische Teil, welcher in diesem Falle nur wenig Zellsaft enthält, und auch selbst gering ist, in dieser Weise gelegen, so kann der ganze Nerv als ein solides Fibrillenbündel, mit aufliegenden, scheinbar gar nicht dazu gehörenden Kernen, aussehen. Sehr oft haben diese Beschaffenheit die Remak'schen Fasern, nicht selten auch die Nervenspindeln von Mollusken, namentlich *Aplysia*; immer trifft man aber neben diesen Spindeln auch solche, in welchen der Kern deutlich innerhalb der leitenden Substanz liegt. In den typischen Wirbeltiernerven und in denen der von mir untersuchten Crustaceen ist auch nicht der ganze protoplasmatische Teil exzentrisch gelegen; exzentrisch um den Kern herum versammelt ist der größere Teil des eigentlichen Protoplasmas, der übrige behält seine schwammige, lose Verteilung und befindet sich samt dem größten Teile des Zellsaftes innerhalb der leitenden Substanz. Außerhalb der Myelinschichte, dicht unter der Schwann'schen Scheide liegt der Kern bei Wirbeltieren. Innerhalb der Myelinschichte, zwischen dieser und der Fibrillenschichte, der leitenden Substanz, liegt der Kern bei *Squilla*, in der leitenden Substanz selbst, ganz von Fibrillen umgeben, der größte Teil der Kerne bei *Penaeus*.

Was nun die relative Menge von dem protoplasmatischen und dem leitenden Teile, abgesehen von dem ausgeschiedenen Myelin und der Spindelmembran, betrifft, so kann hier ebenso wie bei den Muskelfasern, bald der eine bald der andere überwiegen. Ueberhaupt je größer, caeteris paribus, in einzelligen Spin-

deln der protoplasmatische Teil ist, um so geringer ist die relative Menge der leitenden Substanz; die leitende Substanz wird nicht passu vermehrt, sondern bloß auf eine größere Oberfläche ausgedehnt. In den lebendigen Nervenfasern der Wirbeltiere ist sie zu einer sehr dünnen Schichte um den sehr wenig Protoplasmabalken enthaltenden axialen Zellsaft ausgedehnt und wurde in dieser Beschaffenheit von Schiefferdecker noch am richtigsten als Wand des Axenschlauchs bezeichnet. Ebenfalls eine einschichtige, aber stärkere, weit dickere Fibrillen enthaltende Membran ist die leitende Substanz bei *Squilla*; eine mehrschichtige Lage bildet sie bei *Penaeus*. Eine einschichtige Lage von leitender Substanz, welche ebenfalls nur die Dicke einer Primitivfibrille hat, zeigen die Längskommissuren der Hirudineen an ihrer Peripherie; doppelt ist aber die Lage in den Balken, welche, wie wir gesehen haben, als Duplikaturen der Wand entstehen, und ebenfalls doppelt, vielleicht auch noch dicker ist sie auch in der Wand jener neurokordähnlicher, von der übrigen Commissur abgetrennten Röhren. Auch in den, noch ganz einfach gestalteten Commissuren der ältern Embryonen scheinen die Wände mehrere Fibrillenlagen zu enthalten, die Fibrillen sind aber hier noch so fein, dass man sie mit den besten Hilfsmitteln eben nur noch wahrnehmen kann. Andererseits ist der protoplasmatische Teil bei Mollusken sehr gering; bei Insekten scheint er etwas beträchtlicher zu sein.

Beschaffenheit des protoplasmatischen Teiles und des Kernes. Ueber diesen Punkt kann ich nur dasselbe wie bei Muskelfasern wiederholen. Die Volumzunahme des protoplasmatischen Teiles ist mehr durch die Vermehrung des Zellsaftes als durch die des eigentlichen Protoplasmas bedingt, welche in einem absolut geringerm protoplasmatischen Teil, in relativ größerer Menge vorhanden ist. Große und wässerige, eventuell an die Wand gedrückte und daher abgeplattete, blasse Kerne besitzen die Spindeln mit viel Zellsaft; kleinere aber kompakte und stäbchenförmige jene Spindeln, welche einen kleinen protoplasmatischen Teil zeigen (Mollusken). Ist die Menge des Zellsaftes sehr groß, so kann der Kern, wie bei Muskelfasern, bis auf spärliche Reste reduziert eventuell auch ganz aufgelöst werden. Dies scheint in den Spindeln, welche die Seitennerven der Hirudineen liefern, in der That der Fall zu sein. Kerne in solchen Seitenspindeln (in größern Nervenfasern, wie er sagt) hat, ebenso wie in den Kommissurspindeln (in den Längskommissuren, Connectiven des Bauchstranges) auch François beschrieben. Ich habe sie bei sehr jungen Tieren, noch besser bei Embryonen, hier beinahe immer, bei ausgewachsenen dagegen sehr selten nachweisen können. Daraus schließe ich, dass das Vorhandensein eines geformten Kernes in den Nervenspindeln nicht unumgänglich postuliert werden muss; er kann zur Zeit, wo man sie untersucht, ganz gut aufgelöst, also das Nucleoplasma ungeformt sein. Die ausgewachsene

Nervenspindel ist ja eine Zelle, welche die Funktion eines geformten Kernes sehr gut entbehren kann. Ueberhaupt betrachte ich zwar das Nucleoplasma, das Chromatin, als einen lediglichen, unvermeidlichen Bestandteil der lebenden Zelle; einen geformten Kern kann ich aber nicht für wesentlich halten. Das Nucleoplasma scheint gelegentlich mehr oder weniger gleichmäßig verteilt zu sein und nimmt entweder gar nicht oder nur ein Teil des Nucleoplasmas die Gestalt eines Kernes an. Die membranlosen Kerne, welche Leydig beschreibt, sind wohl dichtere Anhäufungen von Nucleoplasma und keine eigentlichen Kerne. Das Vorhandensein und die Beschaffenheit des Kernes als eines mehr der weniger permanenten Organs mag so zu sagen das Barometrum des Zustandes sein, in welchem sich die Zelle eben befindet. So werden natürlich die Grenzen, innerhalb welcher die Nervenfasern den Wert einer Spindel, einer Zelle haben, unbestimmbar. Das ist nach dem Gesagten bei den Seitennerven der Hirudineen der Fall. Ich bin jedoch sehr geneigt, beinahe sämtliche peripherischen Nerven einer Körperhälfte der Hirudineen als Verästelungen von je drei, den drei Seitennerven entsprechenden Nervenspindeln aufzufassen, zu welchen sich Ausläufer von den großen Nervenzellen des Bauchstranges gesellt haben. Eine Ausnahme bilden gewisse in der Darmwand gelegene, kleinzellige Nervenbündel, welche denen der Mollusken sehr ähnlich und vom Zentralnervensystem scheinbar unabhängig vielleicht die Ueberreste eines embryonalen, provisorischen Nervensystems darstellen.

Die Beschaffenheit der leitenden Substanz. Der Leser wird vielleicht verzeihen, wenn ich im weitem hie und da schon Erwähntes wiederhole; ich fühlte mich aber, um verstanden zu werden genötigt, dem logischen Nacheinander der Darstellung wiederholt vorzugreifen.

Einen direkten Beweis dafür, dass die Primitivfibrillen in den Nerven vom Ganglion bis zum Endorgan ununterbrochen verlaufen, können wir, da man sie wegen der technischen Schwierigkeit einer solchen Untersuchung nicht so lange verfolgen kann, nicht liefern. Ich kann nur so viel sagen, dass ich Primitivfibrillen im Nervennetz der Darmwand von *Pontobdella* gelegentlich sehr lange Strecken hindurch verfolgt, und anderseits bei andern Tieren an Stellen, welche ungefähr den Grenzen der einzelnen Nervenspindeln entsprachen, nie eine besondere Unterbrechung des Fibrillenverlaufes oder eine Veränderung der Fibrillen selbst beobachtet habe. Anders als bei einer ununterbrochenen Kontinuität kann ich mir aber die Funktion der Primitivfibrillen auch nicht denken. — Diese Kontinuität scheint nicht nachträglich, durch Verwachsen der sich berührenden Fibrillen der benachbarten Nervenspindeln entstanden zu sein; die einzelnen Nervenspindeln, in regelmäßige Längsreihen geordnet, müssen mit einander zu den Nervenfasern schon verwachsen

gewesen sein, ehe sich in der anfangs homogenen leitenden Substanz die Primitivfibrillen ausgeschieden haben: in einer schon kontinuierlichen Substanz haben sich die Fibrillen gleich kontinuierlich gestaltet. Dieser Auffassung entspricht, dass wenn keine andern Ganglienzellen und Nervenspindeln vorhanden wären, die gesamte Zahl der Primitivfibrillen des peripherischen Nerven nur so groß sein könnte, wie die der Nervenstämme, welche vom zentralen Nervensystem heraustreten. Demnach wäre auch eine Vermehrung der innervierten Elemente des Organismus nur dann möglich, wenn sich entweder die Primitivfibrillen der schon vorhandenen Spindeln vermehren oder neue Spindeln mit neuen Ganglienzellen entstehen würden. Sehen wir, inwiefern dies als möglich anzunehmen ist.

Ich habe die Primitivfibrillen einer *Pontobdella* in allen Nervenstämmen und Aesten des Körpers gleich dick, im allgemeinen aber etwas dünner als die Breite des interfibrillären Raumes gefunden. Auch bei andern Tieren sind die Primitivfibrillen der verschiedenen Nervenfasern, von der Dicke der Faser unabhängig, gleich stark; die Primitivfibrillen der kleinsten Spindeln des erwachsenen Tieres sind ebenso dick, wie die der kolossalsten. Eine Ausnahme scheinen die Remak'schen Fasern der Wirbeltiere zu bilden, deren Primitivfibrillen dicker als die der markhaltigen sind. — Verschieden ist aber die Dicke der Primitivfibrillen bei verschiedenen Tierklassen. Sehr starke und verhältnismäßig leicht demonstrierbare Fibrillen besitzen die Hirudineen, namentlich *Pontobdella*; ebenfalls ziemlich deutliche die Mollusken, schon feinere die Crustaceen und Insekten, äußerst feine, gelegentlich sehr schwer aufzufindende die Wirbeltiere. Auch unter diesen ist der Frosch in dieser Hinsicht ein günstigeres Objekt als z. B. das Kaninchen, der Hund oder der Mensch, bei welchem letztern übrigens auch die Unmöglichkeit frische Nerven zu erhalten in betracht gezogen werden muss. Nach diesen halte ich es für wahrscheinlich, dass ausgedehntere Untersuchungen, durch bessere Methoden unterstützt, irgend einen Zusammenhang zwischen der phylogenetischen Stellung eines Tieres und der Feinheit seiner Nervenprimitivfibrillen an den Tag legen werden. — Verschieden ist die Dicke der Primitivfibrillen auch bei derselben Species, wenn man Individuen verschiedenen Alters vergleicht. Sehr junge Tiere resp. Embryonen von Hirudineen oder Mollusken haben kaum sichtbare Primitivfibrillen von äußerster Feinheit; vollkommen erwachsene Tiere lassen dagegen ihre Primitivfibrillen noch am leichtesten erkennen.

Aus dem Umstande also, dass 1) die embryonalen Nervenzellen noch keine ausgebildeten Primitivfibrillen enthalten, 2) die Dicke der Primitivfibrillen mit dem Individuum selbst wächst, 3) die Dicke der Primitivfibrillen desselben Organismus in verschiedenen Nervenspindeln nicht variiert: glaube ich folgern zu können, dass die leitende

Substanz im Wesentlichen nicht durch postembryonale Vermehrung der Fibrillenzahl sondern durch Zunahme an Dicke und Länge der einzelnen Fibrillen wächst, und einerseits die Entstehung von neuen Fibrillen in den schon fungierenden Spindeln, sei es durch Spaltung der vorhandenen oder durch wiederholte Auscheidung von seiten des Nervenprotoplasmas, andererseits die postembryonale Entstehung junger Spindeln zwischen den Alten, sei es durch Teilung oder aus reservierten Embryonalzellen, wenigstens keine größere Rolle spielen wird.

Also würde sich auch die Zahl der innervierten Elemente des Organismus postembryonal nicht wesentlich vermehren können. Da aber eine solche Vermehrung innerhalb gewisser Grenzen doch stattfindet, so scheint es mir wahrscheinlich, dass die entsprechende Anzahl von Nervenspindeln und Ganglienzellen in erster Linie aus dem Bereiche des sympathischen Nervensystems rekrutiert wird. Eine geringe Zahl von Nervenspindeln kann ja, indem sie viele Elemente mit wenigen Ganglienzellen verbindet, einer verhältnismäßig großen Zunahme genüge leisten. Wir finden ja eben im sympathischen Nervensystem der Wirbellosen sehr verschieden gestaltete Ganglienzellen, wahrscheinlich auf verschiedener Entwicklungsstufe,¹⁾ namentlich aber solche, welche wirklich als apolare bezeichnet werden können, indem sie mit den Leitungsbahnen in keinerlei Zusammenhang stehen. Solche können in erster Linie als Vorrat betrachtet werden und zur Inner- vierung postembryonal entstandener Gebilde dienen.

Allerdings hat sich eine solche postembryonale Vermehrung der innervierten Elemente in den Fällen, wo sich mein Augenmerk speziell auf diesen Punkt gerichtet habe, nur als sehr gering erwiesen, — wenigstens unter normalen, nicht pathologischen Verhältnissen. So ist z. B. die Vermehrung der glatten Muskulatur postembryonal zum größten Teil der Vergrößerung der schon vorhandenen Elemente zuzuschreiben; eine Teilung der als solche schon fungierenden Muskelfasern fand nie statt, eine Entstehung neuer aus reservierten Muskelkeimen nur in geringem Grade¹⁾. Innervierte Zellen teilen sich vielleicht nie anders, als endogen: Entstehung vielzelliger quergestreifter Muskelfasern bei Wirbeltieren und vielzelliger Nervenspindel bei *Penaeus* aus ursprünglich einzelligen Spindeln.

Die Primitivfibrillen sind innerhalb der leitenden Substanz nicht so fest, wie die Muskelprimitivfibrillen in der kontraktile Substanz fixiert; auch ist die interfibrilläre Substanz der Nerven weniger zähe, mehr wachsartig als die der Muskeln; dazu kommt, dass die Elastizität und das Schrumpfvormögen von Primitivfibrille und Interfibrillärsubstanz bei Nerven sehr verschieden, erstere weniger elastisch ist,

1) „Die Vermehrung und Regeneration der glatten Muskulatur“. (Ungarisch.) Deutscher Auszug in den mathemat.-naturw. Berichten aus Ungarn.

aber auch viel weniger schrumpft. Dies alles erklärt, glaube ich, zur Genüge, warum die Nervenprimitivfibrillen beinahe immer wellig, gelegentlich so unregelmäßig, einander umflechtend verlaufen. In den größern Spindelstämmen sind sie noch ziemlich regelmäßig, in gleichen Entfernungen, ohne Verschiebungen angeordnet; in den peripherischen Aesten sind sie dagegen vielfach verschoben und sehr ungleich wellig. Es kann ein Nervenästchen bloß aus leitender Substanz bestehen, während einer längern Strecke seines Verlaufes vollkommen grade, scheinbar in maximaler Dehnung erscheinen, und doch sind darin die Primitivfibrillen noch sehr wellig; sie kreuzen sich vielfach, einzelne lösen sich von den übrigen streckenweise ab und sind demnach meist schwer länger zu verfolgen, hauptsächlich wenn sie dabei, wie die der höhern Tierklassen, auch sehr fein sind. Die Varikosität und die bekannten Knötchen an den Endnetzen und Endfasern von Nerven verschiedenster Tiere rührt von der geschrumpften resp. gequollenen Interfibrillärsubstanz her, welche die Primitivfibrillen umhüllt und sie bis zu den innervierten Zellen begleitet.

Wie die interfibrilläre Substanz selbst im Leben beschaffen ist, können wir nur sehr schwer bestimmen, da wir ihr überall mit mehr oder weniger eingelagertem und gleichmäßig verteilter Myelin begegnen. Eine Stelle, wo sie vielleicht noch am reinsten angetroffen wird, sind die Ringe unterhalb der Schwann'schen Scheide, welche den eingeschnürten Axenzylinder in den Ranvier'schen Einschnürungen umgeben. Je nachdem sich an diesen Stellen mehr oder weniger Interfibrillärsubstanz befindet und diese in den Präparaten geschrumpft oder gequollen vor uns liegt, bekommen wir verschiedene Formen der Einschnürung zu sehen, wo sich die Schwann'sche Scheide bald mit eingekerbt hat, bald grade über die Einsehnürung, ja sogar gelegentlich ausgebaucht hinwegzieht.

So wie wir sie meistens finden, ist die interfibrilläre Substanz ein glashelles, farbloses Medium, welches das Licht etwas stärker als die Fibrillen, aber ebenfalls einfach bricht. Die doppelte Lichtbrechung der Nervenfasern, eine — wie schon erwähnt — ganz allgemeine Erscheinung, ist ausschließlich dem Myelin zuzuschreiben, obwohl die interfibrilläre Substanz selbst wahrscheinlich die Vorstufe zur Myelinbildung ist. Alle Einflüsse, welche das Myelin bekanntlich alterieren, beeinträchtigen auch die doppelte Lichtbrechung aller Nervenfasern; Reagentien, welche Myelin lösen, bringen sie ganz zum Schwinden, wogegen die der Muskelfasern bei derselben Behandlung immer noch erkenntlich bleibt.

Schneidet man Bündel von Nervenfasern ohne Markscheide, wie z. B. die von *Aplysia*, durch, so quellen am Schnittende allmählich dieselben Myelinformationen wie von Nerven eines jedwedigen Wirbeltieres hervor. Die Eigenschaften solcher Formationen sind viel besser bekannt, als dass

es nötig wäre auf ihre Beschreibung hier einzugehen; nur Einiges soll erwähnt werden. Die vermeintlichen Myelintropfen mit doppelten Konturen, welche, während sie sich hin- und herbewegen und irgend einen Druck erleiden, die bizarren Formveränderungen zeigen, haben sich als mit Eiweiß, bezw. Zellsaft gefüllte Blasen erwiesen, von denen nur die Wand aus Myelin besteht. Wenn diese Blasen längere Zeit im Präparate stehen, so platzen sie vielfach, und das Myelin fließt zu wirklichen, öligen Tropfen zusammen, welche wenn sie andere begegnen, mit diesen zu größeren zusammenfließen. Solche Tropfen zeigen zwischen gekreuzten Nicols auf stark glänzendem, weißen Felde ein rechtwinkliges, schwarzes Kreuz mit keilförmigen, nach dem Zentrum zu konvergierenden Schenkeln; die Blasen haben, dem Kreuze entsprechend, nur vier dunkle Bogenstücke, oft aber anstatt dieser zwei dunkle Bogenviertel oder Bogensechstel am vordern und am hintern Pole des im optischen Durchschnitt ringförmigen Blasenbildes. Die so charakteristische Aufblätterung der Myelin gebilde ist aus einer successiven, schichtenweisen Entstehung ihrer Wandungen abzuleiten. Die von Myelin hervorgerufenen Faserformationen sind nie mit den Primitivfibrillen der leitenden Substanz zu verwechseln.

Um hier auch der Neurochorden nochmals kurz Erwähnung zu thun, glaube ich, dass diese nach dem Gesagten jede Berechtigung verloren haben als irgendwie aparte Bildungen betrachtet zu werden; sie fallen einfach in die Reihe von großen Nervenfasern, welche nur die eine Eigentümlichkeit haben könnten, dass sie vereinzelt bei Tieren vorkommen, bei denen die übrigen Nervenspindeln viel kleiner zu sein scheinen. Bei Hirudineen fällt auch diese Eigentümlichkeit weg, da, wie wir gesehen haben, eben die Längskommissuren, denen sich die Neurochorden anschließen, aus ganz kolossalen Nervenspindeln bestehen, was ich auch bei andern Würmern noch gar nicht für ausgeschlossen halte. Dazu scheinen die Neurochorden nicht einmal Nervenfasern mit besonderer Markscheide zu sein, wie die der Wirbeltiere und der oben erwähnten Crustaceen, von welchen *Palinurus* und *Squilla* eine ziemlich dünne, *Paluemon* und *Penaeus* eine ebenso beträchtliche Myelinschichte, wie die Wirbeltiere, besitzen. In den Neurochorden der Hirudineen befindet sich z. B. das Myelin bloß in der leitenden Substanz selbst, welche von ersterem nur besonders saturiert ist. Jedenfalls ist der Name Neurochord nunmehr ganz überflüssig.

Damit ich das weiter unten Folgende klarer darstellen kann, so muss ich erst darauf aufmerksam machen, dass Osmiumsäure in erster Linie das Myelin und zwar in der Weise fixiert, dass sie es unlöslich macht. Daher kommt es, dass der Axenschlauch (Axenzylinder) der Wirbeltiernerven nach längerem Einwirken von Osmiumsäure bei weiterer Alkoholbehandlung nur noch sehr wenig schrumpft und

nach Entziehen vom größten Teil des Axeninhaltes durch Entwässerung auch nicht zusammenfällt, da seine dünne Wand an dem Myelinmantel, welcher seine Form nur wenig verändert, angeklebt ist. Dazu gehört aber eine Einwirkung von mindestens 12—24 Stunden; hat sie nur $\frac{1}{2}$ —1 Stunde gedauert, so kommt die myelinlösende Wirkung von Alkohol, Aether etc. doch zur Geltung, die Wand des Axenschlauches fällt zusammen und schrumpft bei vollkommener Entwässerung sehr stark.

Nun ist die interfibrilläre Substanz, wie gesagt, äußerst dehnbar, aber wenig, eher noch vertikal auf die Längsaxe des Nerven als mit dieser parallel elastisch. Der Zustand, in welchem sich die leitende Substanz im lebenden Nerv der Wirbeltiere befindet, ist mit dem der Wand eines prallgefüllten Kautschukschlauches, welcher streckenweise (Ranvier'schen Abschnitte) eingeschnürt ist, zu vergleichen. Vermehrt sich der innere Druck, so muss sich die Wand bis aufs äußerste dehnen und wird dabei natürlich immer dünner; vermindert sich dagegen dieser, so wird die Wand immer dicker und das Lumen immer geringer, wobei man sich einen Schlauch zu denken hat, welcher ursprünglich eine sehr dicke Wand und ein äußerst geringes Lumen besessen hat. Der Unterschied ist, dass man beim Axenschlauch der Wirbeltiernerven die Elastizität der Wand des Kautschukschlauches mehr durch das sehr große Schrumpfungs- und Quellungsvermögen der interfibrillären Substanz zu ersetzen hat.

Die Wand des Axenschlauches ist im lebenden Zustande in der Weise gedehnt, dass in ihrer Dicke kaum mehr als eine Primitivfibrille Platz hat; die Weite der interfibrillären Räume steht dabei mit der Dehnung in gradem Verhältnis, und so ist es auch sehr gut denkbar, dass die Fibrillen in der dünnen Wand des Axenschlauches nach außen hervorspringen. Demgemäß sind die Primitivfibrillen des lebenden Wirbeltiernerven so zu sagen einzeln in das glänzende Myelin der Markscheide hineingedrückt, und es ist meist eine optische Unmöglichkeit, sie hier wahrzunehmen. Gelegentlich sichtbar sind sie nur in den Ranvier'schen Einschnürungen, wo das Lumen des Schlauches ganz minimal, seine Wand aber dick ist, und so beinahe den ganzen Axenteil die leitende Substanz selbst einnimmt.

Nach vollständiger Entwässerung der nicht mit Osmium, oder nicht genügend lange behandelten Präparate geht das Axenlumen meistens vollkommen verloren und der ganze Axenschlauch, nunmehr wirklich Axenzylinder, oder noch besser Axenfaden, welcher auch in den Ranvier'schen Einschnürungen nicht mehr dünner als anderswo ist, besteht lediglich aus leitender Substanz. In diesem Faden sind die Primitivfibrillen zwar in seiner ganzen Dicke gleichmäßig verteilt, aber so dicht aneinandergeklebt, dass sie jetzt grade deswegen schwer zu unterscheiden sind; die interfibrilläre Substanz ist nämlich bis auf minimale Reste geschrumpft. Lässt man nun die interfibrilläre Sub-

stanz wieder aufquellen, so kann der frühere Schlauch natürlich nicht rekonstruiert werden, aber die leitende Substanz wird die ganze, natürlich auch etwas verkleinerte Axenraum der Spindel füllen und die Primitivfibrillen erscheinen in der ganzen Dicke eines soliden Axenzylinders mehr oder weniger gleichmäßig verteilt.

In dieser Weise müssen, wie ich glaube, die Bilder, welche man nach der Kupffer'schen Methode bekommt, erklärt werden. Sie zeigen uns in der That vorhandene Primitivfibrillen; ein Artefakt in diesen Bildern ist nur die Lage und die Verteilung der Fibrillen. Der durch eine $\frac{1}{2}$ —1stündige Osmiumwirkung nur ungenügend fixierte Axenschlauch schrumpft bei der Entwässerung in Alkohol absolutus zu einem soliden Axenfaden zusammen; die lange Färbung in der wässerigen Säurefuchsinlösung lässt den Faden wieder aufquellen, füllt den ganzen Axenraum mit leitender Substanz, in welcher die Primitivfibrillen auffallend, die interfibrilläre Substanz dagegen sehr blassrot erscheint. Trägt man das Präparat vorsichtig wieder in Alkohol zurück, so kann die durch Quellung hervorgerufene Lage der Primitivfibrillen nunmehr auch dann bewahrt werden, wenn die interfibrilläre Substanz etwas von neuem schrumpft.

Eine resistenterere Schichte von interfibrillärer Substanz, quasi eine innere, dem Zellsaft des Axenraumes zugekehrte Membran habe ich bei *Panaeus* bereits erwähnt.

Die äußere Membran der Spindeln zeichnet sich durch eine große Dehnbarkeit und eine ziemliche Elastizität aus. Sie ist vollkommen strukturlos, bei den Crustaceen dicker als bei Wirbeltieren. Ihr Verhalten in den Ranvier'schen Einschnürungen hängt außer von den schon weiter oben erwähnten Verhältnissen von dem Dehnungsgrade der Fasern ab. Ist dieser groß, resp. ist der Nerv gezerrt, so überbrückt die Schwann'sche Scheide falls sie eben hier nicht reißt, die Einschnürung in grader Linie. Die Resultate einer größeren Zerrung sind von denen des Quetschens wohl zu unterscheiden. Im erstern Falle wird die Kontinuität der Faser beinahe immer an der Stelle einer Ranvier'schen Einschnürung unterbrochen; die Schwann'sche Scheide reißt früher als der Axenschlauch, welcher oft erst zu einem langen, dünnen Faden ausgezogen werden kann. Dem Quetschen dagegen widersteht die Schwann'sche Scheide; die Myelinscheide wird nach vorn und nach hinten weggeschoben, der Axenschlauch reißt und folgt dem Myelin; da er sich aber nicht verkürzen kann, so wird er bis eine gewisse Strecke weit von dem Rissende einen gewundenen, welligen Verlauf annehmen, welcher keineswegs von der Elastizität des Axenschlauches herrührt¹⁾.

Warum will man nun die Schwann'sche Scheide der Wirbeltiere, die Membran der Nervenfasern von Crustaceen etc. als etwas Acces-

1) Fr. Tangl will diese Beschaffenheit der Rissenden aus der Retraktion des nach seiner Meinung elastischen Axenschlauches ableiten.

sorisches, Bindegewebiges auffassen? Warum will man die Nervenkerne Neurilemmkerne nennen und sie dem Bindegewebe zurechnen? Das Neurilemm hat nur in seiner alten Bedeutung einen wirklichen Sinn und hat mit der Spindelmembran nichts gemein, ebenso wie auch seine Kerne von denen der Nervenfasern ganz verschieden sind. Oder soll man auch die strukturlose Membran so vieler glatten Muskelfasern, ja sogar die von großen einzelligen Drüsen z. B. bei Hirudineen als accessorisch, von einer andern Zelle als die Muskel, resp. Drüsenzelle produziert betrachten? Der Kern befindet sich ja nie in der Spindelmembran selbst, sondern höchstens zwischen dieser und der Myelinschichte plattgedrückt; sehr oft befindet er sich aber ziemlich weit von der Membran, innerhalb der Myelinscheide. So lange man die von außen gerechnete zweite Schichte einer Nervenspindel von *Squilla* oder *Palinurus* als Myelinlage nicht erkannt und sie mit zur Dicke der Röhrenmembran gerechnet hat, konnte man die zwischen beiden liegenden Kerne als in der Röhrenwand befindliche bezeichnen; da aber diese Schichte sich als etwas ganz Anderes als die Membran erweist, müssen auch solche Anhaltspunkte aufgegeben werden. Mit demselben Rechte könnte man jeden beliebigen Kern, welcher in einer glatten Muskelfaser oder in einer Drüsenzelle peripherisch der event. Membran vielleicht eng anliegt, als Bindegewebskern reklamieren. Dafür liegen auch bei den Nervenspindeln weder histologische resp. histogenetische noch Analogiegründe vor. Nach dem Gesagten fallen aber auch die Gründe von Boveri und andern, die das Myelin aus accessorischen Bindegewebszellen herleiten wollen, weg, da ja das Myelin auch in der leitenden Substanz scheidenloser Nerven gleichmäßig verteilt und in verhältnismäßig großer Menge vorkommt.

Um die Parallele mit den glatten Muskelfasern ganz zu Ende zu führen, will ich hier schließlich noch einiges über das mikrochemische Verhalten der einzelnen Nervenbestandteile anführen.

Die doppelte Lichtbrechung der Nervenfasern ohne Markscheide wird durch Stehen in Glyzerin ohne vorheriger Fixierung nur in dem Maße ganz allmählich alteriert, als das gleichmäßig in der leitenden Substanz verteilte Myelin in Form von Tropfen herauserschmilzt, welche miteinander zusammenfließend Myelinformationen bilden. Essigsäure verhindert die Entstehung dieser beinahe ganz; Macerierung in Salpetersäure vollkommen. Feine Nervenästchen, welche aus einer in 30prozentiger Salpetersäure während 48 Stunden macerierten *Pontobdella* in Zusammenhang mit dem Bauchstrange herausgerüttelt und von jeder Spur des Bindegewebes entblößt worden sind, behalten ihre doppelte Lichtbrechung nach mehreren Jahren noch unverändert.

Das eben Gesagte gilt auch für Nervenfasern mit Markscheide, welche in Glyzerin ohne Vorbehandlung durch massenhaftes Auftreten

von Myelinformationen rasch verunstaltet werden. Wenn man Wirbelnervennerven nach stärkerem Macerieren in Salpetersäure 24 Stunden lang in destilliertem Wasser stehen lässt, so wird das Myelin zwar nicht gelöst, noch seine optischen Eigenschaften wesentlich alteriert, seine Konsistenz dagegen vollständig. Es wird zu einer spröden Masse, welche man, da sich die Spindelmembran bei dieser Behandlung aufgelöst hat, von dem Axenschlauche abbröckeln kann. Durch Zerzupfen bekommt man so den bloßgelegten Axenschlauch, dessen Wand mehr zusammengefallen, gefaltet als geschrumpft ist.

Alle Mittel, welche Myelin lösen, wie z. B. Alkohol, Aether etc., heben die doppelte Lichtbrechung vollkommen auf. In Pikrokarmine wird das Myelin rein gelb; in Osmium bräunlich schwarz, in Hämatoxylin-Doppeltchromsäure (Heidenhain's oder meine Methode) bläulich schwarz. Alaunhämatoxylin und Karminfarbstoffe tingieren das Myelin meist gar nicht.

Kern und Protoplasma der Nervenspindeln verhalten sich wie die von Muskelspindeln. Auch die Primitivfibrillen und die interfibrilläre Substanz reagieren auf Karmin, basische Anilinfarbstoffe und Hämatoxylin wie die der Muskeln. Säurefuchsin färbt dagegen hauptsächlich die Primitivfibrillen, basisches Fuchsin die interfibrilläre Substanz par excellence. (Auch den protoplasmatischen Teil: Tinktion des Axenzylinders.)

Die Einwirkung von Silbernitrat, von Goldchlorid und meiner Doppelfärbung mit Hämatoxylin¹⁾ auf die Nervenspindeln bedarf einer besondern Erwähnung.

Silbernitrat. Das Auftreten der Kreuzfiguren in den Ranvier'schen Einschnürungen beruht auf der Schwärzung (resp. Bräunung) der interfibrillären Substanz, welche in der Einschnürung um den Axenschlauch herum eine ringförmige Verdickung bildet. Dass der Axenschlauch hauptsächlich hier gebräunt wird, ist außer aus dem geringen Eindringungsvermögen des Silbernitrats, dem die Myelinscheide im Wege steht, daraus erklärlich, dass hier der Axenschlauch mit einem minimalen Lumen eine relativ viel dickere Wand als anderswo im Ranvier'schen Abschnitt besitzt, wo also auch die interfibrilläre Substanz in einer sehr dünnen Schichte ausgebreitet und obwohl vielleicht etwas gebräunt, sehr wenig auffallend ist. Dieses Verhalten der interfibrillären Substanz erinnert mich an die Schwärzung der interzellulären Kittmasse von Epithelien und Endothelien durch *Argentum nitricum*.

1) Mikrotechnische Mitteilungen. Zeitschrift für wissenschaftl. Mikropie, Bd. VI, S. 164—172, 1889.

2) Ein lapsus calami, welcher mir auch bei der Korrektur entgangen ist, ließ mich bei der Veröffentlichung genannter Methode jene Balken als Gliabalken bezeichnen. Im Laufe der gegenwärtigen Abhandlungen suchte ich darzulegen, dass sie aus der leitenden Substanz der Spindel bestehen.

Goldchlorid. Tingiert wird die leitende Substanz, der Kern und das Protoplasma; durch einen feinen, pulverigen Niederschlag geschwärzt das Myelin; äußerst gequollen die interfibrilläre Substanz. Die interfibrilläre Substanz erscheint blass rosarot, die Primitivfibrillen sehr dunkel, beinahe schwarz, der Kern aufgebläht, homogen, lichter als das bläuliche Protoplasma. Die Spindelmembran bleibt farblos. Die Markscheide ist bei unvollständiger Reduktion schmutzig gelblich; bei vollendeter durch ein unregelmäßig eingelagertes amorphes Pulver schwarz. Der meist auch etwas aufgequollene, auf den ersten Blick etwa hortensiarote, aber blasse Axenschlauch ist in solchen Nerven in vielfache Windungen Korkzieherartig eng zusammengepackt, weil sich hauptsächlich die Membran in Goldchlorid stark kontrahiert.

Doppelfärbung mit Hämatoxylin zur Differenzierung der Bestandteile der Nervenspindeln von bindegewebigen Elementen. Der Kern wird bräunlich grau, das Protoplasma bläulich, die interfibrilläre Substanz aschgrau, die Primitivfibrillen schwarz, jede bindegewebige Interzellulärschicht licht violett. Diese Methode liefert einen interessanten Beweis dafür, dass jene Leisten, die die Längskommissuren des Bauchstranges der Hirudineen in keilförmige Fächer einteilen, nicht von dem Bindegewebe hineingesandt werden, welches die Commissuren in ziemlich dicker Lage eng umschließt. Dieses ist licht violett, jene schwarz, resp. dunkelgrau.

Wie findet nun nach alledem die Verbindung zwischen Nervenspindele und Ganglienzelle statt? Es drängt sich hier eine ganze Reihe von Fragen höchster Wichtigkeit vor; wir können aber nur mehr einige und auch diese bloß ganz flüchtig berühren. Die allererste betrifft die Beschaffenheit der Ganglienzelle selbst. Heben wir in wenigen Beispielen das Wesentlichste hervor.

Leider gibt es nur wenige Tiere, deren Ganglienzellen während des Lebens in situ zu untersuchen wären. Gewisse Arten von Hirudineen, namentlich *Ichtyobdella bioculata*, *Piscicola piscium*, *Clepsine bioculata* und *heteroclitia*, pigmentlose Varietäten von *Nepheleis octoculata* gehören zu diesen; nur sind die Ganglienzellen hier nicht groß genug, um alle Einzelheiten ihrer Struktur genau zeigen zu können. Was aber hier verborgen bleibt, das können wir bei *Pontobdella* completieren, deren Bauchstrang sich ohne Verletzung leicht herauspräparieren lässt. Er bleibt, ohne Zusatz in der Camera humida untersucht, mindestens während einer $\frac{1}{4}$ Stunde vollkommen transparent; nur allmählich wird er mit dem Absterben undurchsichtig und bedarf eines Zusatzes von etwas Essigsäure, um weiter untersucht werden zu können.

Im optischen Längsschnitt erscheinen solche Ganglienzellen von *Pontobdella* in der Form einer glashellen, prall gefüllten gestielten Blase, mit blassen aber deutlichen Konturen.

In dieser Blase befindet sich eine kleinere ebenfalls wasserhelle, aber mit dunklerer und viel dickerer Kontur. Letztere ist der Kern, welche meist die Hälfte des Durchmessers der ganzen Zelle besitzt, gelegentlich kleiner, vielleicht nie größer ist. Die Ganglienzellen befinden sich in einem scheinbar strukturlosen Medium, welches das Licht stärker als erstere bricht. Folgt man durch Heben und Senken des Mikroskops der Oberfläche dieser Ganglienkugeln, so wird man allmählich einer feinen Streifung gewahr, deren Linien aber keineswegs konzentrisch, sondern vielmehr in der Richtung der Meridiane verlaufen. Diese Linien lassen sich bis in den zylindrischen Fortsatz verfolgen. Betrachtet man aber den optischen Längsschnitt von diesem, so findet man eine Längsstreifung ebensowenig wie im optischen Längsschnitt der Ganglienzelle selbst eine konzentrische. Eine ziemlich regelmäßige, parallele Streifung zeigt nur die Oberfläche des Fortsatzes, die ebenfalls durch Heben und Senken des Mikroskops erzielbaren Tangentialbilder. Der zwischen dem Kern und der äußern Kontur befindliche Inhalt der Ganglienzelle scheint in den des Fortsatzlumens unmittelbar überzugehen.

Das eben beschriebene Bild verändert sich vor unsern Augen Schritt für Schritt in der folgenden Weise. Zuerst wird der Lichtbrechungsindex des Kernes größer und übertrifft nunmehr den der übrigen Zellen auffallend. Dann hebt sich von der äußern Umgrenzung der Zelle etwas, wie eine dünne, weiche Membran ab und nähert sich dem Kerne; zu gleicher Zeit wird der Zellkörper immer dunkler und fein gekörnt und zeigt die bekannten Eigenschaften des Protoplasmas; er grenzt sich gegen das Fortsatzlumen immer deutlicher ab und sendet höchstens eine geringe konische Verlängerung in das letztere hinein. Jene scheinbare Membran schrumpft weiter und gelangt beinahe bis an den Kern; sie erscheint aber im optischen Längsschnitt nicht mehr wie anfangs als eine feine Linie, sondern bildet eine dickere, ziemlich unregelmäßig, aber doch konzentrisch gestreifte Lage um den Kern herum. Die ganze Ganglienzelle befindet sich in einem Hohlraum, welcher seine ursprüngliche Form, als er von der Zelle noch ganz ausgefüllt war, weiter behält und von der interzellulären Gliasubstanz (nicht schlechthin Bindsesubstanz) gebildet wird. Das kontrahierte Protoplasma der Ganglienzelle befindet sich zum teil außerhalb der gestreiften Lage und sendet gegen die Wand des Hohlräumes strahlenförmige Fortsätze.

Wie die Ganglienzellen von *Pontobdella* in conserviertem Zustand in Schnitten aussehen, dafür will ich diesmal bloß Präparate, welche nach Fixierung in Alkohol, Sublimat oder Sublimatessig mit meinen Hämatoxylinmethoden einfach oder doppelt gefärbt worden sind, anführen. Der Kern ist verhältnismäßig viel größer als in der lebenden Zelle; für den Zelleib bleibt oft bloß eine schmale Zone übrig; um die Zelle herum ist kein Hohlraum in

der Kittsubstanz vorhanden. Aus diesem geht zweierlei deutlich hervor: 1) dass der Kern viel weniger als der Zelleib schrumpft, 2) dass die Gliasubstanz in demselben Grad wie der Zelleib sein Volum verkleinert. Daher würden wir auch die strahlenförmigen Protoplasmafortsätze vergebens suchen. Die nur selten deutlicher konzentrisch gestreifte Lage ist die äußerste der Zelle; innerhalb dieser befindet sich das dichte, ziemlich dunkel gefärbte Protoplasma. Der Fortsatz erscheint bald als ein breiterer, bald als ein sehr schmaler Streifen und zwar, wie man sich leicht überzeugen kann, darum, weil er nicht zylindrisch, sondern meist bandartig abgeplattet ist. Die Primitivfibrillen des Fortsatzes lassen sich in die peripherische Lage der Ganglienzelle oft verfolgen; namentlich jene, welche im Schnittbilde eine seitliche Lage im Fortsatz einnehmen; die Verlängerung der mittlern fällt, wenn der Schnitt nicht sehr dick ist, nicht in die Schnittfläche. Meine Hämatoxylin-Doppelfärbung differenziert die Elemente der Ganglienzellen von *Pontobdella* in der folgenden Weise: Kern stahlblau, Protoplasma dunkelviolet, äußere Lage dunkelgrau, die darin befindlichen Streifen, Fibrillen schwarz. Die Gliasubstanz ist licht graublau; die Bindegewebsbalken, welche sich, da sie die Hülle der Ganglienkapseln bilden, zwischen die Gruppen von Ganglienzellen hineinschieben, sind lichtviolett.

Nach dem Gesagten kann wohl kaum darüber gezweifelt werden, dass die äußere Lage der Ganglienzelle, welche sich im Absterben als ein gestreiftes Häutchen abhebt und deren Streifen als unmittelbare Fortsetzung der Primitivfibrillen zu erkennen sind, die leitende Substanz darstellt: die zentralen Endäste der Nervenspindeln verbreiten sich trichterförmig und umgeben die Ganglienzellen mit einer dünnen Lage von leitender Substanz, in welcher sich die Primitivfibrillen in der Richtung der Meridiane anordnen. Eine mehrschichtige leitende Substanz um den Kern herum, welche dadurch eine konzentrische Streifung im Schnitte verursachen könnte, kommt nur ausnahmsweise vor und ist als Artefact zu bezeichnen. Das konzentrisch gestreifte Aussehen der Ganglienzellen in toto ist eine optische Täuschung.

Von dem beschriebenen Typus habe ich bei andern Tieren nur unwesentliche Abweichungen gefunden. Die Ganglienzellen des Zentralnervensystems von Wirbeltieren, welche wir in unsern Präparaten darstellen können, befinden sich in dem Zustande, welchen ich bei der absterbenden Ganglienzelle von *Pontobdella* geschildert habe. Die leitende Substanz ist geschrumpft und hat sich um den Kern herum, dem sie gelegentlich eng anliegt, zusammengezogen, verleiht hier der Zelle die bekannte Streifung und geht in den Nervenfortsatz über. Daher kommt es, dass es gelegentlich den Anschein hat, hauptsächlich bei stark geschrumpften Präparaten, als ob der Nervenfortsatz, „der Axenfaden“ von dem

Kern ausgehen würde. Ein großer Teil des Protoplasmas befindet sich außerhalb der leitenden Substanz und sendet die übrigen Fortsätze der Ganglienzelle, welche mit einer nervösen Leitung kaum etwas zu thun haben.

In Beziehung auf Protoplasmafortsätze können unter Umständen alle Ganglienzellen bald multipolar, bald apolar sein, was nichts wesentliches in sich involviert; in bezug auf nervöse Fortsätze sind sie eigentlich alle apolar, wenn, wie gesagt, der Nervenfaden nicht Fortsatz der Ganglienzelle selbst ist. Zwei oder drei Nervenfasern gehen von einer Ganglienzelle nur dann aus, wenn sie in den Verlauf der Fibrillen, gelegentlich an einer Stelle wo die Nervenspindel eben einen Ast abgibt, irgendwie nur eingeschaltet ist und die Fibrillen machen um die Zelle herum bloß einen Umweg. Die Ganglienzellen hängen, mit andern Worten, entweder wie Beeren am Ende der zentralen Verästelungen der Nervenspindeln und dann werden sie von den gegenseitig verwachsenden Fibrillenden umgeben (Endzellen); oder sie sind seitlich an den Aesten, sei es unmittelbar, sei es vermittels eines Stieles, angebracht, und dann werden sie von den Fibrillen, welche hier meistens nicht enden, nur umgangen (Schaltzellen). In diesem Sinne bipolare Zellen findet man bei *Pontobdella* nicht nur unter den sympathischen Ganglienzellen in der Darmwand, sondern auch in den Ganglien selbst. Hier ist aber scheinbar immer nur ein Fortsatz vorhanden, welcher sich nach einer kürzern oder längern Strecke teilt. In dieselbe Kategorie gehören auch die Ganglienzellen mit T-förmigem Fortsatz der Spinalganglien des Frosches.

Wie aber auch immer die Ganglienzellen gestaltet seien, ich denke mir ihren Einfluss auf die Primitivfibrillen etwa in der Weise wie den des Magnets auf die Induktionsspirale.

Ueber die Verwendung der im Obigen auseinandergesetzten Anschauung für die Physiologie, soweit sie nicht von selbst einleuchten sollte, sowohl wie über die Nachteile der Leydig-Nansen'schen Auffassung einerseits für die Deutung der physiologischen Thatsachen, anderseits für jede rationelle Zellenlehre, werde ich bei anderer Gelegenheit Einiges mitzuteilen haben.

Hier will ich zu allerletzt noch eine Schwierigkeit erwähnen, welche meine Resultate scheinbar über den Haufen zu werfen droht. Ich meine die Befunde von His und Dohrn in der Wirbeltierembryologie. Diese will der ältern Annahme gegenüber, welche hauptsächlich Balfour entwickelt hatte, darlegen, dass die Nervenfasern in den Spinalnerven als unmittelbare Fortsätze je einer Ganglienzelle entstehen. Nun hat es aber weder Dohrn noch, wenn ich gut unterrichtet bin, ein anderer außer His gesehen, dass diese Fortsätze wirklich aus

den Ganglienzellen, aus Zellen, welche später wirklich als Ganglienzellen differenziert sind, hervorwachsen. Der thatsächliche Befund ist, dass die allerersten Anfänge der Spinalnerven als kernlose Fortsätze, mit Dohrn's Ausdruck, als undifferenzierte protoplasmatische Ausflüsse, aus dem Medullarrohr hervorwachsen und dass gewisse Kerne, welche sich später zu diesen Fortsätzen gesellen, von Mesodermzellen herrühren.

Nun fand ich aber ein ganz ähnliches Verhalten grade bei den Hirudineen, wo ich die Entstehung der Kommissurspindeln deutlich verfolgen konnte. Der Zellenkomplex, welcher aus den drei inneren Zellreihen jedes Keimstreifens entsteht, wird ausschließlich zur Herstellung des Nervensystems verwendet und ist mit dem Medullarrohr der Wirbeltiere zu vergleichen, ich sage nicht zu homologisieren. Bloß die zweite Zellreihe jedes Keimstreifens bildet aber die Ganglienzellen selbst; die erste und dritte liefert leitende Elemente: die erste für den Ganglienstrang, die dritte für die Seitennerven, deren Spindeln mit ihrem zentralen Ende, gelegentlich samt dem Kern, noch innerhalb der Ganglienschwellungen des Bauchstranges liegen.

Ich weiß nicht, was dagegen einzuwenden wäre, wenn wir vorläufig bloß annehmen würden, dass ein Teil der zelligen Elemente des Medullarrohrs die embryonalen Nervenspindeln anstatt Ganglienzellen liefert. Die zentrale Hälfte jener Spindeln, welche die Wurzeln der Seitennerven liefern, wäre samt ihrem Kerne in der Wand des Medullarrohres liegen geblieben oder erst nachträglich in die „protoplasmatischen Ausflüsse hineingewandert“. Die periphere Hälfte solcher spindelförmigen Medullarzellen könnte auch kernlos von der Wand des Medullarrohres herauswachsen und begegnete nach einem längern oder kürzern Verlauf den von außen her wuchernden Nervenspindeln, deren Kerne, die fälschlich so bezeichneten Scheidenkerne, bei allen Wirbeltieren charakteristisch für die peripherischen Nerven sind.

Entscheiden wird man solche Fragen nur dann können, wenn Kernfärberei und Paraffin endlich aufhören in der Wirbeltierembryologie das letzte Wort der Methodik zu sein. So lange ich, wie in den letzten His'schen Abbildungen, eine so unwahrscheinliche histologische Beschaffenheit der zelligen Elemente des Medullarrohres und eine so geringe Differenzierung zwischen den verschiedenen Zellarten ebendasselbst gezeichnet sehe, kann ich nicht glauben, dass über die Frage schon jetzt die Akten geschlossen sein dürften und sie, wenn auch nur beim Menschen, in dem Sinne von His erledigt wäre.

Als ich zu diesem Aufsätze die Feder in die Hand genommen, hatte ich die Absicht, bloß eine ganz kurze Notiz zu schreiben. Am Ende meines Schreibens angelangt sehe ich es mit Bedauern, dass

ich nicht im stande war, meine hauptsächlichsten Resultate und meinen Ideengang so kurz, als ich wollte, zusammenzufassen.

Und doch fühle ich, dass ich etwas sehr Lückenhaftes gegeben habe, was in einigen Punkten auch missverstanden werden könnte. Ich werde es daher nicht versäumen über diesen Gegenstand so bald als möglich meine ausführliche, mit Tafeln illustrierte Arbeit zu publizieren.

Ich will mir nicht anmaßen, ein System, welches Alles umfassen könnte, entworfen, sondern nur einen Schritt in der Richtung, wo nach meiner Ansicht das Richtige zu suchen ist, gethan zu haben. Zu Dank werde ich jedem verpflichtet sein, der, indem er meine Irrtümer widerlegt, mich zur bessern Erkenntnis eines so wichtigen Kapitels der vergleichenden Histologie helfen wird.

Neapel, im Juli 1889.

S. Exner, Ein physiologisches Paradoxon, betreffend die Innervation des Kehlkopfs.

Centralblatt für Physiologie, 1889, Heft 6.

Seit langer Zeit ist es eine lebhaft erörterte Streitfrage, ob es trophische Nerven gebe, d. h. Nerven, welche in irgend einer, freilich vollkommen unerklärlichen Weise einen unmittelbaren Einfluss auf die Ernährungsverhältnisse der Gewebe haben, mit welchen jene Nerven in Verbindung stehen. Immer wieder von neuem wurde ein solcher Einfluss behauptet, aber immer wieder gelang es, die That-sachen, welche jener Behauptung zu grunde lagen (Augenentzündung nach Trigeminusverletzung, Lungenentzündung nach Vagusdurchschneidung u. s. w.), auf andere und einfachere Weise befriedigend zu erklären.

Eine neue Stütze schien jedoch diese Lehre zu erhalten durch die Beobachtung von H. Müller¹⁾, dass nach Durchschneidung eines N. laryngeus sup. beim Pferde die sämtlichen Kehlkopfmuskeln der operierten Seite beträchtlichem Schwunde anheimfallen. Der N. laryng. sup. ist beim Pferde nur sensibler Nerv des Kehlkopfs, er innerviert keinen einzigen Muskel. Wenn diese dennoch atrophieren, so konnte das, wie es schien, nicht als Folge einer Muskellähmung angesehen werden; es schien also in der That nichts anderes übrig zu bleiben, als eine unmittelbare trophische Wirkung anzunehmen.

Herr Exner, welcher gefunden hatte, dass beim Menschen und beim Kaninchen Fasern des N. laryng. sup. in einzelne Kehlkopfmuskeln hineingehen, dass bei letzterem Tier Reizung des Nerven keine Kontraktion jener Muskeln bewirkt, dass dieselben aber trotzdem nach der Durchschneidung des Nerven atrophieren, glaubte sich des-

1) Das Kehlkopfpeifen des Pferdes. Stuttgart 1888.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1889-1890

Band/Volume: [9](#)

Autor(en)/Author(s): Apathy Stephan

Artikel/Article: [Nach welcher Richtung hin soll die Nervenlehre reformiert werden? 625-648](#)