

## XV.

## Ueber die Regeneration der Nerven.

Briefliche Mitteilung an den Herausgeber.

Von Dr. Otto Hjelt in Helsingfors (Finnland).

(Hierzu Taf. VIII—X.)

---

Ihrer gütigen Aufforderung Folge leistend, bitte ich, Ihnen, hochgeehrter Herr Professor, einen Auszug aus der Abhandlung, die ich in schwedischer Sprache über die Regeneration der Nerven veröffentlicht habe, übersenden zu dürfen. Sie haben mir die erste Veranlassung gegeben, diese Untersuchung vorzunehmen und mich mit Ihrem Rath dabei unterstützt. Da diese Abhandlung die Lehre von der Regeneration der Nerven im Allgemeinen, die Fettmetamorphose der Nervenröhren u. s. w. umfasst, habe ich jetzt nur das mitgetheilt, was sich speciell auf den histologischen Vorgang bei dem regenerativen Prozess bezieht. — Die Zeit, die ich in Würzburg und in Berlin, mit pathologisch-anatomischen Studien beschäftigt, bei Ihnen zubrachte, wird mir immer in dankbarer Erinnerung verbleiben, nicht nur für Alles, was ich in wissenschaftlicher Beziehung gewonnen habe, sondern auch für das persönliche Wohlwollen, das Sie mir jederzeit bewiesen haben. Ich bitte, dass Sie diese nachfolgenden Zeilen aus dem weit entfernten Lande als einen Ausdruck meiner vielfachen persönlichen Verpflichtungen gütigst betrachten wollen.

---

Waller, welcher eigentlich zuerst den Regenerationsprozess bei der Neubildung der Nerven histologisch zu verfolgen suchte, stellt als ein allgemeines Gesetz der Regeneration den Satz auf, dass die alten Nervenröhren in dem peripherischen Ende eines abgeschnittenen Nerven nie ihre ursprüngliche Function wieder

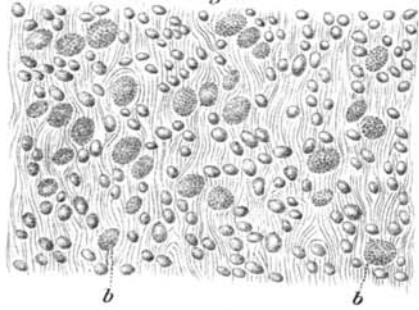


Fig. 3.

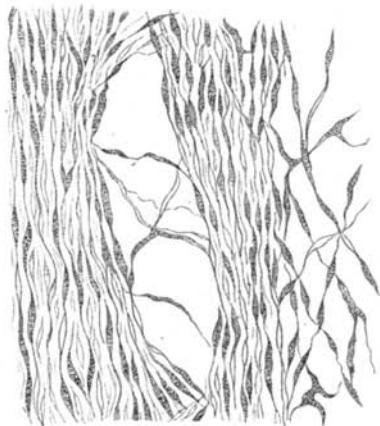


Fig. 2.

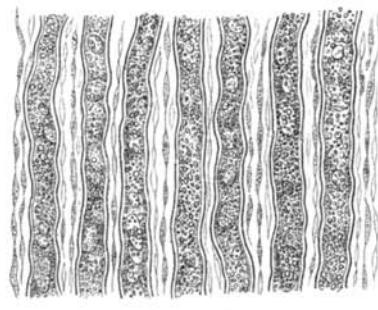


Fig. 4.

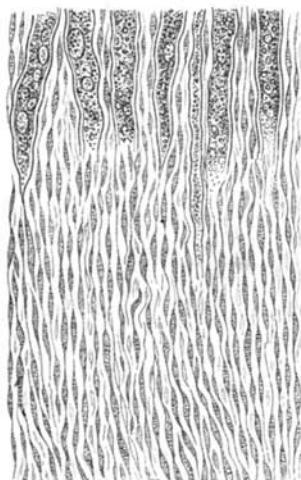
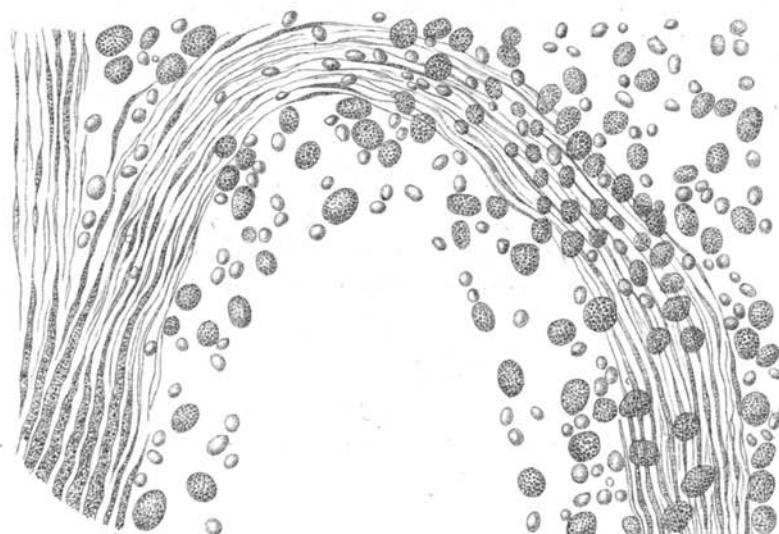
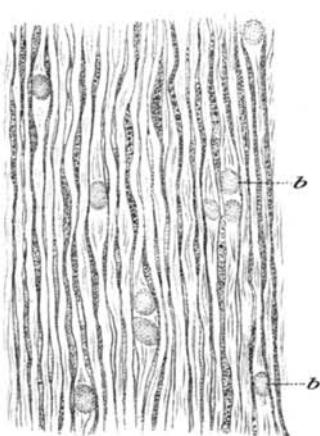


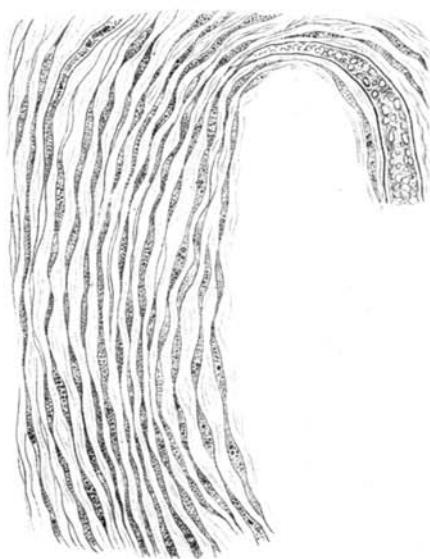
Fig. 5.



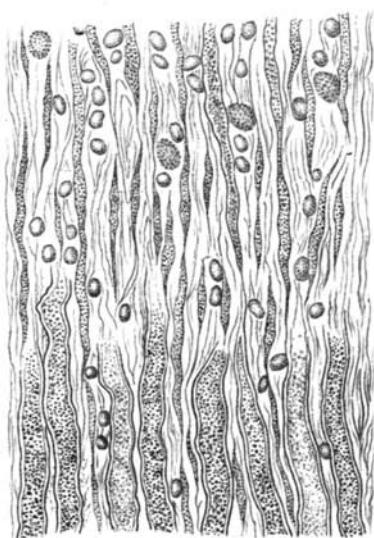
*Fig. 2.*



*Fig. 1.*



*Fig. 4.*



*Fig. 3.*

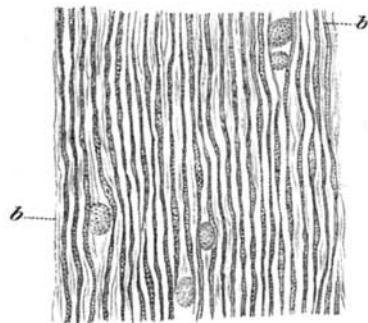


Fig. 1.

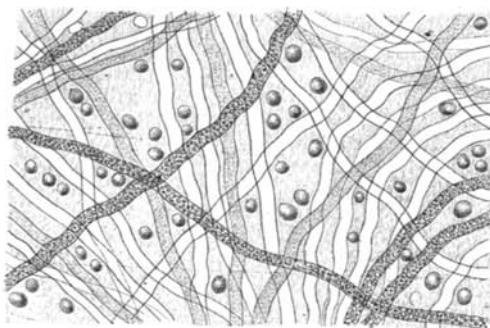


Fig. 2.

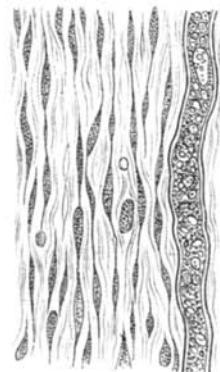


Fig. 3.

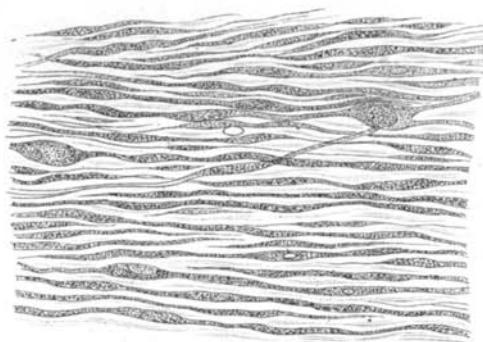


Fig. 5.

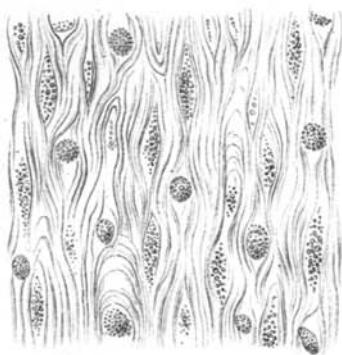
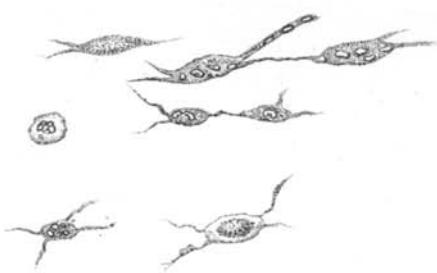


Fig. 4.



erlangen und dass die Reproduction des Nerven nur in der Narbe selbst geschieht, sich aber von da bis zu den äussersten Endverzweigungen fortsetzt. Seiner Ansicht nach muss man eine vollständige Zerstörung der alten Primitivnervenröhren annehmen, welche durch eine von dem centralen Endstück ausgehende Neubildung successiv ersetzt werden. Bei Untersuchung der Papillen der Zunge glaubte Waller innerhalb 3—4 Monaten nach Durchschneidung des N. glossopharyngeus an Fröschen, sobald die Wiedervereinigung stattgefunden hatte, neugebildete Nervenröhren zu finden, welche sich dadurch charakterisiren, dass sie vollkommen blass und durchsichtig sind und keine doppelte Contouren zeigen; ihr Durchmesser ist sehr verschieden, bald sind sie schmal, bald erweitert oder varicos gleich den Primitivröhren des Rückenmarkes und ihr Diameter entspricht dem sechsten oder achten Theile vollkommen ausgebildeter Nervenröhren; sie liegen ferner zwischen den ursprünglichen Fasern, welche durch ihre Nervenscheide und ihren granulirten Inhalt kenntlich sind, können aber nicht zwischen diesen entdeckt werden, bevor die Wiedervereinigung mit dem centralen Stücke vor sich gegangen ist und neue Nervenröhren sich in der Narbe selbst gebildet haben, wo ihr Durchmesser  $\frac{1}{6}$  oder  $\frac{1}{4}$  des normalen Durchmessers beträgt. Das grösste Gewicht legt Waller darauf, dass diese neugebildeten Nervenröhren noch lange schmal verbleiben und nie denselben Durchmesser, dieselbe Grösse und dieselben Contouren erlangen, wie die ursprünglichen. Schon mit blossem Auge kann man an einer leichten Einschnürung die Grenze der alten und neuen Fasern an dem centralen Ende erkennen und unter dem Mikroskop fällt der Unterschied zwischen denselben noch mehr ins Auge; an dem unteren Stücke ist der Unterschied noch schärfer, denn an diesem Punkt, fügt er hinzu, sieht man die veränderten Primitivröhren der peripherischen Theile vereinigt mit den neuen Fasern.

Diese Darstellung Waller's, welche wir ausführlich mitgetheilt haben, weil sie überall in der Frage von der Regeneration der Nerven besprochen wird, enthält mehrere richtige Beobachtungen, beruht aber auch zum Theil auf einer unrichtigen Auffassung der mikroskopischen Bilder. Waller hat nicht nur neugebildete Ner-

venröhren mit den sogenannten Remak'schen Fasern, deren Identität er ausdrücklich behauptet (Compt. rend. XXXIV. p. 847, 981), verwechselt, sondern aus seiner ganzen Darstellung geht hervor, dass er zum Theil degenerirte Nervenröhren mit neugebildeten verwechselt oder richtiger gesagt, die blassen, zusammengefallenen Scheiden der Nervenröhren, welche ihren Inhalt verloren haben, für neugebildete Fasern angesehen hat. Man kann sich davon überzeugen, da man oft, wie Lent auch angegeben hat, Primitivröhren findet, welche zum Theil vollkommen leer, zum Theil noch hier und da mit Fettmolekülen angefüllt sind; an ersteren Stellen sind sie vollkommen blass, durchsichtig, zuweilen leicht varicös und oft ist die daraus hervorgegangene Atrophie so gross, dass man nur mit Schwierigkeit die in der Fettanhäufung verlaufende zusammengefallene Nervenscheide erkennen kann. Wenn wir auch nicht einstimmen können in Lent's Behauptung (De nervorum dissectorum commutationibus ac regeneratione. Diss. inaug. Berol. 1855. p. 24. Schiff in Archiv des Ver. f. gem. Arb. I. 615), dass Waller's neugebildete Fasern nichts anderes sind als leere Scheiden degenerirter und zusammengefallener Primitivröhren und namentlich solcher von feinerem Durchmesser, innerhalb welcher die Fettmetamorphose und die darauf folgende Atrophie weit schneller als in Nervenröhren von grösserem Durchmesser fortschreitet, so müssen wir doch zugeben, dass Waller in dieser Hinsicht sich einen Irrthum hat zu Schulden kommen lassen. Das ist auch die Ursache, warum Waller diese seine neugebildeten Nervenröhren zwischen die alten, degenerirten eingestreut fand. Man kann daher weder eine solche Zerstörung der Primitivröhren des peripherischen Stückes, wie Waller sie statuirte, zugeben, noch den Modus ihrer Neubildung, welchen er aufgestellt hat, für den richtigen ansehen. Wir sind im Gegentheil berechtigt anzunehmen, dass die ursprünglichen Nervenröhren, wenn sie auch stellenweise ihren Inhalt verlieren, doch wenigstens ihre Scheiden (vielleicht auch ihre Axenfaser) beibehalten und später während des fortschreitenden Regenerationsprozesses sich mit normalem Inhalt anfüllen. Die Hauptschwierigkeit hierbei ist die, die Art der Wiedervereinigung der abgeschnittenen Nervenröhren aufzuweisen.

Die erste Spur einer erwachten Regenerationstendenz ist das Auftreten einer grösseren Anzahl von Kernen, sowohl in dem centralen, als auch in dem peripherischen Endstück. Wir erkennen hierdurch beiden eine active Theilnahme an der Neubildung zu. Diese Kernbildung scheint vom Neurilem auszugehen, am wahrscheinlichsten von den normalen, in demselben vorkommenden Kernen; es gelingt zuweilen sich bievon zu überzeugen, indem man dieselben in Theilung begriffen findet, wie es auch zuweilen gelingt, Kerne in der Nervenscheide zu beobachten. Man hat freilich behauptet, dass die Nervenröhren in ihrem normalen, ursprünglichen Zustande wechselseitige Kerne besitzen und Schiff meint, dass die Ursache, weshalb sie nicht sichtbar sind, darin liegt, dass sie von der Markscheide gedeckt werden. Auch Lent giebt an (Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie VII. 147), dass die Kerne der Nervenscheide nach Resorption des Fettes in atrophischen Nerven sichtbar werden. Wir haben uns jedoch nicht von ihrem regelmässigen Vorkommen in solchen Fällen überzeugen können. Was die oben erwähnte Kernbildung betrifft, so scheint Lent der Erste gewesen zu sein, welcher dieser seine Aufmerksamkeit zugewendet hat (De nervor. regeneratione S. 25). Er erwähnt mittlerweile bloss die Vermehrung der Kerne des Neurilems, ohne ihre weitere Entwicklung verfolgt zu haben. Deshalb kann er auch keinen weiteren Aufschluss über das Entstehen der neugebildeten Nervenröhren, welche er hernach vorfand, geben, sondern führt bloss an, dass das Neurilem der regenerirten Primitivröhren kernreicher war, als unter normalen Verhältnissen.

Wir haben durch unsere Untersuchungen die Ueberzeugung gewonnen, dass es diese excessive Kernbildung sowohl in dem centralen, als auch in dem peripherischen Endstücke ist, welche die Neubildung einleitet. Man findet nämlich bald nach der Durchschniedung zwischen den abgeschnittenen Nervenröhren in dem interstitiellen Bindegewebe theils rundliche, theils längliche, gegen die Enden etwas zugespitzte Kerne mit Kernkörperchen, gewöhnlich in einfacher Serie geordnet, zuweilen jedoch in mehreren nebeneinander liegenden Reihen (Taf. VIII. Fig. 2.). Diese Kerne gehören hauptsächlich dem zwischen den Nervenröhren vorkom-

menden Bindegewebe an, obgleich sie auch an den alten Nervenscheiden selbst aufzutreten scheinen. Je näher der Trennungsstelle man untersucht, um so zahlreicher kommen diese Kerne vor und es ist gerade diese Kernwucherung, welche die so viel erwähnten Anschwellungen der abgeschnittenen Nervenenden bildet (Taf. VIII. Fig. 1.). Die peripherischen Lager bestehen beinahe ausschliesslich aus diesen dicht aneinander gedrängten Kernen, während im Innern einzelne Fortsetzungen der abgeschnittenen Nervenröhren entdeckt werden können. Die Anschwellung zeigt eine matte, oft pigmentierte Oberfläche, in früheren Stadien eine grössere Succulenz, in späteren eine ziemliche Festigkeit; diese Verschiedenheit in der Beschaffenheit der umgebenden Bindesubstanz scheint auch den Kernen eine etwas verschiedene Form zu geben, indem sie bei freierer Lage eine mehr runde Form annehmen und zuweilen eine feine Begrenzung verrathen. Während diese Kernbildung fortschreitet und gleichsam vorwärts rückt, sieht man ein Netz von äusserst feinen Fäden mit in denselben liegenden Kernen entstehen. Diese Fäden sind Verlängerungen der Kerne (Zellen) selbst oder richtiger ausgedrückt, der Membran, welche dieselben umgibt, wobei besonders diejenigen Kerne, welche eine mehr runde Form haben, thätig zu sein scheinen. Die Kerne stellen sich solchergestalt in Verbindung mit einander dar und haben anfangs eine unregelmässige, netzförmige Anordnung (Taf. VIII. Fig. 3.); später ordnen sie sich in Längsrichtung. Je mehr der regenerative Prozess vor schreitet, um so weiter rücken die Kerne aus einander, um so regelmässiger ist ihr Verhältniss zu einander und um so länger werden die verbindenden Fäden. Bald sieht man lange Reihen von an einander gestellten Kernen sich zu zusammenhängenden Bildungen vereinigen, welche theils parallel, theils ohne alle Ordnung in der Bindesubstanz, in welcher die Neubildung stattfindet, verlaufen (Taf. VIII. Fig. 4.). Alle Kerne nehmen jedoch nicht an dem regenerativen Prozesse Theil, sondern liegen Anfangs zwischen den oben geschilderten neugebildeten Fasern zerstreut und unterliegen nach und nach einer Fettmetamorphose, wodurch eine Menge von Fettkörnchenzellen und Fettkörnchenkugeln entstehen (Taf. VIII. Fig. 5. Taf. IX. Fig. 1. 4.). Die zwischen den Kernen verlaufenden

Verbindungsfäden werden breiter und unterscheiden sich bei Zusatz von kaustischem Natron schärfer von dem umgebenden Gewebe. Während ihre Contouren deutlicher werden, fängt man an, in ihnen einen feinstreifigen Inhalt zu bemerken, gleichsam einen Anfang zur Differenzirung von Scheide und Inhalt, wobei der Kern gewissermaassen noch einen Theil der neugebildeten Röhre ausmacht. Hierdurch entstehen den Kernen entsprechend varicöse Anschwellungen der jungen Nervenröhren, die Kerne erhalten einen granulirten Inhalt (Taf. IX. Fig. 1.) und werden, je nachdem diese Veränderung in ihnen vor sich geht, mehr und mehr undeutlich, während zunächst der äusseren Scheide eine hellere Belegungsschicht sich ablageret; innerhalb der letzteren zeigt sich hier und da ein Fettmoleköl, während sie übrigens als aus unregelmässigen, in der Mitte helleren Stücken zusammengesetzt erscheint. Die Nervenröhre erhält dadurch eine Andeutung von doppelten Contouren. Die neugebildeten Fasern bilden nun scharf contourirte, schmale, Anfangs durchsichtige, ziemlich regelmässig neben einander verlaufende Nervenröhren \*). Eine ähnliche Neubildung schreitet auch, obgleich langsamer, von dem peripherischen Endstücke aus vorwärts (Taf. IX. Fig. 3.); man sieht auch hier in Reihen geordnete Kerne mit ihren feinen Verlängerungen sich zwischen die Nervenröhren einschieben, welche sich in oben angeführter Weise entwickeln und man kann daher gegen das Ende der intermediären Zwischensubstanz noch frühere Stadien des Regenerationsprozesses finden, während die neugebildeten Nervenröhren um so mehr entwickelt sind, je mehr man sich dem centralen Ende nähert.

Wir glauben daher annehmen zu müssen, dass der Regenerationsprocess der Nerven ursprünglich eine Bindegewebsbildung ist, ausgehend von den Kernen des Neurilems, welche dabei die Hauptrolle spielen. Seitdem *Virchow* erst nachgewiesen, dass in dem Bindegewebe zellige Bildungen vorkommen, hat er zugleich nicht

\*) Diese Anordnung der jungen Nervenröhren wurde schon vor langer Zeit von *Retzius* und *Ekström* beobachtet, welche unter den Ersten waren, die, zu einer Zeit, wo die Regeneration der Nerven kaum anerkannt wurde, sich mit Hülfe des Mikroskops von ihrer Neubildung überzeugten. (*Arsberättelse om Svenska Läk. Sällsk. Arbeter.* 1827. S. 20.)

nur die Veränderungen geschildert, welche dieselben mit Beibehaltung ihres Daseins eingehen können, sondern auch bis zur Evidenz erwiesen, dass es diese zelligen Elemente sind, welche Neubildungen verschiedener Art ihren Ursprung geben. Das Grossartige dieser Anschauung liegt eben in der Auffassung des Bindegewebes als einer beständig und überall vorrätigen Bildungsquelle, aus welcher der Organismus im Stande ist, fortwährend Material für seine Bildungstätigkeit zu schöpfen. Obgleich es mit Schwierigkeiten verbunden ist, so gelingt es doch zuweilen, eine feine äussere Membran um obenerwähnte Zellen nachzuweisen und sie müssen daher mit ihren Ausläufern als wahren Bindegewebskörperchen entsprechend angesehen werden können. Die Verbindungsfäden, durch welche sie mit einander in Verbindung stehen und welche das obenerwähnte Zellennetz bilden, constituiren die erste Grundlage der künftigen Nerventextur. Man muss annehmen, dass wenigstens ein grosser Theil der alten Nervenröhren mit diesen neugebildeten Fasern in Verbindung treten und den ersten Anstoss zu ihrem Uebergang in Nervengewebe geben. Wir haben angeführt, dass in dem Grade, wie diese neugebildeten Nervenröhren sich entwickeln, innerhalb derselben ein feinstreifiger Inhalt entsteht, welchen man wohl berechtigt ist, für die künftige Axenfaser anzusehen. Die in der Zusammensetzung der Nervenröhre eingehenden Kerne scheinen dem Nervenmark seinen Ursprung zu geben, obgleich man die Art, wie die Bildung desselben geschieht, nicht näher erklären kann. Dass hier eine chemische und morphologische Veränderung innerhalb des Nerven vorgeht, kann nicht bezweifelt werden, da die Kerne während dieser Entwicklung wenigstens grössttentheils verschwinden. Schiff nimmt allerdings an, dass sie fortbestehen und nur von dem Nervenmark gedeckt werden, wir haben uns jedoch davon nicht überzeugen können; wir müssen im Gegentheil darauf bestehen, dass sie, während sie das Material für die fortschreitende Entwicklung der Nervenröhren liefern, ihren Untergang finden. Wir legen ihnen blass eine vorübergehende, wenn auch wichtige Bedeutung bei. Auch Schiff erkennt den Kernen keinen Anteil an der Bildung des Nervenmarkes zu, sondern beschreibt das erste Auftreten desselben als

geschehend in Form von vierseitigen, breiten, etwas abgeplatteten Scheiben, welche sich als Fett charakterisiren und schliesslich mit einander zu einer zusammenhängenden Masse zusammenstossen sollen, da die Neubildung des Nervenmarkes gleichzeitig an verschiedenen Punkten im Verlauf des Nerven beginnt (Arch. d. Vereins f. gemeinsch. Arb. I. 617.). Man kann jedoch deutlich wahrnehmen, wie diese Belegungsmasse zuerst innerhalb der varicösen Anschwellungen der neugebildeten Röhre entsteht und sich von da nach den Seiten hin ausbreitet; diese Anschwellungen entsprechen auch den Stellen, wo die Kerne lagen. Auch Bruch leitet die Markbildung von den Kernen ab. Es ist die Markscheide, welche für die Dicke der Nervenfaser bestimmend ist und in dem Maasse, wie jene an Umfang zunimmt, erhält die Nervenröhre einen grösseren Durchmesser. Man könnte allerdings denken, dass, so bald die Nervenscheide in Bezug auf ihre äussere Begrenzung wieder hergestellt ist, der entstandene Inhalt sich zu Axencylinder und Nervenmark differenzirt. Schiff führt jedoch gegen diese Annahme an, dass der Axencylinder in den neuen Röhren nicht viel schmäler ist als in den alten.

Wir können weder mit Waller, noch mit Bruch in Hinsicht der fortschreitenden Regeneration der neugebildeten Nervenröhren in die peripherische Nervenverzweigung übereinstimmen. Der Letztere aussert: „der ganze Regenerationsprocess ist in diesen Fällen mit einem Worte kein Wiederverwachsen der getrennten Nervenfasern, weder direct noch vermittelst eines Zwischenstückes, sondern eine vollständige Neubildung des ganzen peripherischen Stückes bis in seine feinsten Verzweigungen, die von dem centralen Ende ausgeht und den atrophischen Nerven in seiner ganzen Länge ersetzt“ (Arch. f. gemeinsch. Arb. II. 415.). Das Zusammenwachsen beträfe daher nur das Neurilem, und der Regenerationsprocess ginge somit bloss von dem centralen Stücke aus und schritte in dem Maasse gegen die Peripherie fort, wie die alten Nervenröhren durch Fettmetamorphose und die auf dieselbe folgende Atrophie zerstört werden. Während unserer Untersuchungen haben wir jedoch im Verlaufe der peripherischen Verbreitung des abgeschnittenen Nerven keine neuen Nervenröhren angetroffen, sondern nur theils in höhe-

rem oder geringerem Grade fettverwandelte, theils atrophische, zusammengefallene Primitivröhren. Für einen entstandenen Regenerationsprocess in dem peripherischen Stücke spricht außerdem das Vorkommen von ähnlichen Kernen in demselben, wie in dem centralen Ende, und ferner der Umstand, dass man in den, von der untern Anschwellung ausgehenden Verlängerungen neugebildete Nervenröhren von weiter vorgesetzter Entwicklung findet, als in der Mitte der intermediären Verbindungsmasse, wo gleichzeitig noch frühere Stadien vorkommen. Man muss daher wohl annehmen, dass auch in dem peripherischen Endstück ein Zusammenwachsen der alten und neuen Fasern stattfindet, worauf die alten Nervenröhren ihre normale Beschaffenheit wiedererlangen, die Primitivfasern jedoch, welche nicht eine solche Verbindung eingehen, in ihrem atrophen Zustande verharren und schliesslich verschwinden. Man findet auch in den Fällen, wo die Wiedervereinigung entweder gar nicht oder unvollständig zu Stande gekommen ist, in dem peripherischen Stücke eine grosse Menge solcher atrophen, zusammengefallenen Nervenröhren, wodurch gleichsam grössere Interstitien zwischen den noch übrigen veränderten Nervenröhren entstehen, während diese leeren Scheiden da beinahe gänzlich fehlen, wo die Vereinigung mit hinlänglicher Energie stattgefunden hat. Der Regenerationsprocess kann daher nicht als ein fortschreitendes Auswachsen der central entstehenden, neuen Nervenröhren nach den feinsten peripherischen Verzweigungen hin gedacht werden, sondern muss, wenigstens in den gewöhnlichsten Fällen, für eine Wiedervereinigung des grössten Theiles der abgeschnittenen Nervenröhren angesehen werden. Auch Bruch giebt zu, dass er innerhalb der intermediären Zwischensubstanz schmale, kernhaltige Fasern, welche nach oben und unten in breite, dunkelrandige Nervenröhren übergingen, gefunden hat. Hiermit haben wir nicht behaupten wollen, dass dieser Modus für die Neubildung der einzige sei. Auch ein unmittelbares Zusammenwachsen der Nervenscheiden scheint in solchen Fällen vorzukommen, wo dieselben einfach durchschnitten worden sind, ohne dass ein Substanzverlust stattgefunden oder die Nervenenden mechanisch gequetscht worden wären. Directe Beobachtungen haben auch die Möglichkeit einer solchen Vereini-

gung oder, wie Bruch sich ausdrückt, einer reunio per primam intentionem an den Tag gelegt. Der genannte Forscher war der Erste, welcher eine solche Beobachtung machte (Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie VI. 135.). Jedoch auch Schiff giebt die Möglichkeit einer solchen unmittelbaren Vereinigung abgeschnittener Nervenröhren zu (Arch. d. Ver. f. gem. Arb. II. 411.) und zu diesem Regenerationsmodus müssen wohl die Fälle gerechnet werden, wo das Leistungsvermögen in dem durchschnittenen Nerven nur eine kurze Zeit zu seiner Wiederherstellung bedurfte. Wir selbst haben in dieser Hinsicht keine Erfahrung, da alle unsere Nervendurchschniedungen mit Substanzverlust verbunden gewesen sind. Doch möchte wohl diese Vereinigungsart zu den Ausnahmen gehören (Bruch ist auch der Ansicht, dass sie nur bei jungen, im Wachsthum begriffenen Thieren vorkommt) und eine wahre Neubildung als die Regel betrachtet werden müssen. Die in transplantirten Hautlappen vorkommende Bildung von Nervenröhren muss wohl durch ein Hineinwachsen derselben von den Rändern aus erklärt werden (Bischoff in Müller's Archiv 1839. S. CLII.).

Wir müssen noch bemerken, dass die Anschwellungen der durchschnittenen Nervenenden, die vor langer Zeit die Aufmerksamkeit der Anatomen auf sich gezogen haben, von dem beginnenden Neubildungsprozesse bedingt werden und in ihrer ersten Periode aus einer excessiven Kernbildung bestehen, welche später die Grundlage der nachfolgenden Entwicklung der Nervenröhren bildet. Sie sind ein Ausdruck der in den histologischen Gewebelementen und besonders in den zelligen Bildungen des interstitiellen Bindegewebes auftretenden formativen Thätigkeit, eine Exsudatablagerung haben wir nie wahrnehmen können; sobald die Neubildung sich entwickelt hat, ist auch die vorhergehende Kernbildung grösstentheils verschwunden und die Anschwellungen nehmen unterdessen an Umfang ab. Allerdings bleibt später für immer oder wenigstens sehr lange eine Verdickung des neugebildeten Nerven an der Durchschnittsstelle zurück, welche darin ihren Grund hat, dass eine Menge von Kernen zwischen den regenerirten Nervenröhren eingelagert verbleibt und vielleicht zur Bildung eines festeren interstitiellen Bindegewebes zwischen denselben beiträgt. Dass das peri-

pherische Ende eine geringere Anschwellung zeigt, scheint uns dadurch bedingt zu sein, dass die Kernbildung in demselben weniger entwickelt ist und die alten Nervenröhren durch die beginnende Fettmetamorphose zusammenfallen. Von diesem Gesichtspunkte betrachtet, stehen diese Anschwellungen in dem engsten Zusammenhange mit dem Neubildungsprozesse; wenigstens haben wir dieselben nie vermisst, wo dieser wirklich zu Stande kam; sie nähern sich dadurch den sogenannten cicatriciellen Neuromen, wie die Anschwellungen an Amputationsstümpfen benannt worden sind. Bruch zählt hierher, wie uns dünkt mit vollem Recht, diese Anschwellungen der Nervenenden in Amputationsstümpfen, welche, da sie einer bestimmten Richtung für ihre Entwicklung entbehren, bei einer unregelmässigen Aufknäuelung von Nervenröhren stehen bleiben. Nachdem schon Larrey ihren Zusammenhang mit der künstlichen Regeneration vermutet hatte, fasste Wedl wieder den Gedanken auf, dass diese sogenannten cicatriciellen Neurome auf eine in den abgeschnittenen Nervenenden stattfindende Neubildung bezogen werden könnten (Zeitschr. d. Gesell. d. Aerzte zu Wien. 1855. 13.). Er untersuchte in zwei Fällen ähnliche Anschwellungen von 9 und 11 jährigem Alter und fand, dass ihre Textur ausschliesslich aus einer Menge einander mannigfach kreuzender Fascikel von Nervenröhren bestand, welche zerstreut in ihrem ganzen Umfange vorkamen und sich theils mit den in der Nähe verlaufenden Nerven vereinigten, theils in dem angrenzenden Bindegewebe zu verlieren schienen. Hier hatte daher offenbar eine Neubildung von Nervenröhren stattgefunden, welche, anstatt eine parallele Richtung anzunehmen, Anschwellungen von netzhähnlicher Zusammensetzung, mit entschiedener Tendenz zu einer Vereinigung mit nahe gelegenen Nerven, bildeten. Dieses Verhältniss wurde namentlich dadurch deutlich, dass ähnliche kleinere Bildungen an der ursprünglich grösseren Geschwulst vorkamen, mit welcher sie durch Fascikel ausgebildeter Nervenröhren in Verbindung standen. Hier stehen wir an der Grenze der pathologischen Neubildung von Nervenröhren, welche das wahre Neurom bilden, zu dessen Kenntniß Führer (Arch. f. phys. Heilk. 1856, S. 248), Virchow (Arch. f. pathol. Anat. XIII. 256) und Weissmann (Henle u. Pfeuffer's

Zeitschr. VII. 209) in neuester Zeit wesentliche Beiträge geliefert haben. Bemerkenswerth ist die Uebereinstimmung, welche sich in mehrfacher Beziehung unverkenntlich zwischen der regenerativen und der pathologischen Form der Nervenneubildung äussert.

---

Bei Reizungszuständen der Nerven ist es das interstitielle Bindegewebe, das die wichtigste Rolle spielt, während die Veränderungen der eigentlich nervösen Elemente als secundär angesehen werden müssen. Wir finden, dass, wenn Nerven entweder von einem besonders starken mechanischen, äussern Reiz getroffen werden, oder wenn sie dem Einfluss einer nekrotisirenden Umgebung ausgesetzt werden, Eiterbildung in ihnen entstehen kann. In solchen Fällen sieht der Nerv erweicht, missfarbig und etwas angeschwollen aus; bei der mikroskopischen Untersuchung findet man sogenannte Eiterzellen überall zwischen die Primitivröhren eingestreut, welche letzteren doch Anfangs nicht bedeutend verändert sind, sondern noch lange dem Einfluss des ulcerösen Processes widerstehen können. Erst nach einiger Zeit coagulirt ihr Inhalt und erliegt einer Fettumwandlung; bei brandiger Zerstörung in der Umgebung zerfallen die Nerven zu einer körnigen Masse und ein wahre Auflösung der Nervenröhren tritt ein. Wird der Eiter resorbirt, so bleibt eine Menge nicht zerstörter, collabirter Nervenröhren im atrophischen Zustande zurück. Diese Eiterbildung geht von dem Neurilem aus und erstreckt sich von hier, als eine fortschreitende Infiltration, in das Innere; eine wahre Abscessbildung scheint in dem Nerven kaum vorzukommen oder wenigstens äusserst selten zu sein; weder können wir uns einer sichern Beobachtung in dieser Hinsicht entsinnen, noch ist es uns im Laufe unserer Versuche gelungen, eine solche hervorzubringen. Um die Texturveränderungen untersuchen zu können, welche bei angewandter Reizung in den peripherischen Nerven auftreten, wollten wir auf experimentellem Wege eine Entzündung in denselben hervorrufen. In dieser Absicht entblössten wir vorsichtig den N. ischiadicus an Kaninchen, ohne die umgebenden Muskeln zu beschädigen und berührten den Nerven mit glühendem Eisendraht. Die Wirkung dieses starken Reizes ist ge-

ringer, als man vermuten möchte; hat man den Nerven nur oberflächlich getroffen, so scheint sie sich auf die umschriebenen Stellen, welche vom Reiz getroffen werden, einzuschränken, ohne sich besonders auszubreiten oder tiefer in den Nervenstamm einzudringen. Bei der Untersuchung einen oder zwei Tage nach der Operation findet man den Nerven an seiner Oberfläche etwas injiziert, die Textur nach Maassgabe der stärkeren oder schwächeren Einwirkung des Reizes mehr oder weniger mürbe, den Inhalt einiger Nervenröhren an kleineren Portionen zerfallen, während andere in der Nähe der Reizungsstelle noch gut erhalten sind. Die grösste Veränderung zeigt sich theils in dem interstitiellen Bindegewebe, theils in dem umgebenden Neurilem; man findet die Kerne grösser, länglich rund, gewöhnlich mit glänzenden Kernkörperchen, zum Theil deutlich begrenzt von einer umhüllenden Membran. Diese runden zelligen Formen füllen sich mit körnigem Inhalt und man sieht sie mit einander anastomosirende Ausläufer ausschicken (Taf. X. Fig. 3. 4.). In einem Theile derselben entdeckt man leicht eine vorsichgehende Theilung der Kerne, gewöhnlich in Biscuitform, und man findet zwei zum Theil noch mit einander zusammenhängende, zum Theil schon getrennte Kerne; in anderen geschieht diese Theilung der Kerne rascher, so dass diese Zelle sich mit dicht an einander gedrängten Kernen füllt und diese sich oft in die Ausläufer fortsetzen, man erhält dadurch oft eine netzförmige Anordnung von feinen, fadenförmigen, mehr oder weniger mit kleinen, rundlichen Kernen angefüllten Verlängerungen. Diese stärkere Kernproliferation ist gewöhnlich fleckweise im Neurilem verbreitet. An diesen Stellen ist es auch, wo man Anhäufungen von granulirten Zellen mit getheilten Kernen (Eiterzellen) antrifft. Ausser dieser formativen Richtung in den Bindegewebselementen findet man zuweilen in der Nähe der erweichten Theile die schmalen, langgestreckten Bindegewebskörper mit feinen, glänzenden Fettmolekülen angefüllt, so dass durch Behandlung mit Essigsäure ein längsstreifiges Ansehen von in unterbrochenen Reihen hinter einander geordneten Fettanhäufungen entsteht (Taf. X. Fig. 5.). Wir finden daher, dass bei Reizungszuständen im Neurilem dieselben Veränderungen eintreten, wie in Geweben mit deutlich hervortretenden cellulären Elementen.

Hier haben wir, um mit Virchow zu reden, die irritative Schwellung, die parenchymatöse Vergrösserung der in der Zusammensetzung des Neurilems vorkommenden Bindegewebskörper, welche erst durch diese nutritive Zunahme ihres Inhaltes eine grössere Selbstständigkeit im Verhältniss zu der umgebenden Intercellularsubstanz gewinnen. Die vasculäre Hyperämie, welche durch die Reizung entsteht, ist im Ganzen unbedeutend, jede Spur einer freien Exsudatablagerung fehlt und man findet nur diese Anschwellung der Gewebelemente selbst, oft auf kleinere umschriebene Stellen beschränkt. Die oben beschriebene Kerntheilung deutet an, dass die nutritive Thätigkeit in den Zellen in eine formative übergeht, und von dieser excessiven Kernwucherung muss der Ursprung des Eiters abgeleitet werden, wie Virchow klar und meisterhaft den Zusammenhang zwischen den Reizungsphänomenen in den Ge weben näher auseinander gesetzt hat (Archiv f. path. Anat. XIV.). Jedoch nicht nur durch eine unmittelbar auf den Nerven einwirkende heftige Reizung oder durch eine andere traumatische Ursache kann eine solche Eiterbildung hervorgerufen werden, der Nerv selbst scheint auch ein besonders geeigneter Leiter für eine fortschreitende Infiltration von pathologischen Zellenbildungen zu sein. Man findet nämlich, dass Nerven, welche durch Eiterhöhlen oder gangränöse Theile verlaufen, zwischen ihren Primitivröhren dieselben histologischen Formelemente, wie das umgebende Medium enthalten. Dabei coagulirt gewöhnlich der Inhalt der Nervenröhren und zerfällt bald zu Fett, selbst die Nervenscheide scheint der Resorption anheim zu fallen und ein solcher brandiger Process in der Umgebung endet in vielen Fällen mit dem vollständigen Verschwinden des Nerven. Man hat im Allgemeinen angenommen, dass die Nerven lange der Einwirkung eines in ihrer Nähe entstandenen Brandes widerstehen, welches auch oft der Fall ist. Ein neuerdings uns vorgekommener Fall zeigt jedoch, wie bald die Nerven in die brandige Zerstörung hineingezogen werden können. Bei einer Kindbetterin, bei welcher ungefähr vier Tage vor ihrem Tode sich Brand in rechtem Beine eingestellt hatte, war der N. ischiadicus in seinem ganzen Verlauf an der Hinterseite des Schenkels missfarbig, mit fleckweise hyperämischen Stellen und varicösen Blut-

gefässen, die Primitivröhren leicht trennbar von einander, durch eine ungewöhnliche Schlägelung ihrer Contouren auffallend, der Inhalt noch ziemlich unverändert, jedoch zahlreiche Eiterzellen in dem erweichten Neurilem.

### Erklärung der Abbildungen.

#### Tafel VIII.

- Fig. 1. Peripherischer Längsschnitt aus der Anschwellung des centralen Nervenendes beim Frosch, fünf Wochen nach vorhergeganger Excision; er besteht grösstentheils aus Kernen, die zum Theil schon fettig metamorphosirt sind.
- Fig. 2. Anschwellung und Neubildung der Kerne des Neurilems zwischen den Primitivröhren des centralen Endes beim Kaninchen, 10 Tage nach der Excision (Monat Aug.).
- Fig. 3. Beginnende Neubildung in der centralen Anschwellung, dem Bindegewebe ähnlich, ebenfalls 10 Tage nach der Excision, beim Kaninchen.
- Fig. 4. Neubildung, ausgehend von dem centralen Ende, 15 Tage nach der Excision beim Kaninchen (Monat Aug.).
- Fig. 5. Verbindung zwischen den alten und neugebildeten Nervenröhren, unmittelbar hinter der centralen Anschwellung beim Frosch, acht Wochen nach der Excision. Das neugebildete Gewebe ist von einer grossen Menge von Kernen umgeben, von welchen ein Theil fettig metamorphosirt und in Fettkörnchenkugeln übergegangen ist, andere aber in demselben eingestreut liegen.

#### Tafel IX.

- Fig. 1. Neubildung, ausgehend von dem centralen Endstück des N. ischiadicus beim Frosch, 6 Wochen nach der Excision, die Kerne mit einander ver-einigt und mit granulirtem Inhalt gefüllt (Monat Juli).
- Fig. 2. Dieselbe Neubildung etwas mehr nach unten. Fettig metamorphosirte Kerne zwischen den Primitivröhren.
- Fig. 3. Ein Schnitt, aus der Mitte der intermediären Zwischensubstanz genommen, 8 Wochen nach der Excision.
- Fig. 4. Neubildung in dem peripherischen Ende des N. ischiadicus beim Frosch, 10 Wochen nach der Excision (Monat Juni—Aug.) mit Uebergang zwischen den alten und neugebildeten Nervenröhren. Die durchschnittenen Nervenröhren zum grössten Theil noch mit feinkörnigem Fett ausgefüllt und die neuen mit granulirtem Inhalt, theils normale, theils fettig metamorphosirte Kerne zwischen denselben.

#### Tafel X.

- Fig. 1. Neubildung in dem centralen Ende des N. ischiadicus beim Frosch, 11 Wochen nach der Excision; ein Theil der neugebildeten Nervenröhren ist markhaltig, andere aber noch ganz durchsichtig, eine Menge von runden Kernen zwischen denselben eingestreut.

- Fig. 2. Schwellung der Kerne des Neurilems, 6 Tage nach der Durchschneidung.  
 Fig. 3. Neurilem mit starker Schwellung der Bindegewebskörperchen beim Kaninchen, 9 Tage nach Brennen mit einem glühenden Eisendraht.  
 Fig. 4. Bindegewebskörperchen des Neurilems mit feinkörnigem, moleculararem Inhalt gefüllt, verschiedene Stufen der Kernproliferation, die sich sogar in die Ausläufer erstreckt, zeigend.  
 Fig. 5. Fettmetamorphose der Bindegewebskörperchen des Neurilems, durch Brennen hervorgerufen; das Präparat mit Essigsäure behandelt.
- 

## XVI.

### Ueber den Bau des Glaskörpers und die pathologischen, namentlich entzündlichen Veränderungen desselben.

Von Prof. C. O. Weber in Bonn.

(Hierzu Taf. XI – XIV.)

---

Selten möchte ein Gebilde des menschlichen Körpers der Gegenstand so zahlreicher und so widersprechender Untersuchungen gewesen sein wie der Glaskörper. Noch bis auf die neueste Zeit gehen die Ansichten über seine Structur und seine Textur weit auseinander. Ebenso sehr aber ist man über seine pathologischen Veränderungen in völliger Unklarheit. Es dürfte daher aus mehrfachen Gründen eine Revision wünschenswerth erscheinen, besonders da eine Zusammenstellung der pathologischen Verhältnisse vom genetischen Standpunkte aus vorgenommen noch gänzlich fehlt. Wie bei allen gefäßlosen Gebilden hat man die Frage nach der Möglichkeit einer Entzündung dieses Gebildes auch hier aufgeworfen und wenn man unzweifelhaft Veränderungen beobachtete, welche nach der Analogie anderer Organe nothwendig als entzündliche angesprochen werden mussten, so suchte man sich auf die wunderlichste Weise aus dem Dilemma zu retten. Theils durch Beobachtungen, theils durch Experimente auf die Untersuchung solcher Veränderungen geführt, lag es mir nahe, dieselben einem gründ-