Bemerkungen zu Garbowski's Darstellung meiner Lehre von den leitenden Nervenelementen.

Von Prof. Dr. **Stephan Apáthy** in Kolozsvár.

Auf S. 488—507 und 537—544 des laufenden Bandes dieser Zeitschrift ist über eine Abhandlung von mir ein ausführliches Referat Garbowski's erschienen, in welchem ich meine Arbeit gar nicht erkennen kann. Meine Arbeit, welche unter dem Titel „Das leitende Element des Nervensystems und seine topographischen Beziehungen zu den Zellen" in den Mitteilungen aus der zoologischen Station, Bd. 12, 1897, S. 495—748, Taf. 23—32 veröffentlicht wurde, handelt von dem im Titel bezeichneten Gegenstand und nicht von einer neurogenetischen Theorie oder von einer „Theorie des nervösen Kreislaufs", wie das Referat von Garbowski.

Meine alte, in meinen Augen heute mehr als je begründete neurogenetische Theorie und meine Auffassung der Kontinuität der leitenden Bahnen, für welche ich mit Dank die Bezeichnung Garbowski's, Theorie des nervösen Kreislaufes, annehmen sollte, tritt zwar auch in meiner Arbeit hier und da, als Rahmen für die geschilderten Thatsachen, auf, aber die Absicht, ein neues neurologisches Theorem aufzubauen, hat nur die von Garbowski referierte Arbeit, nicht die meinige. Worüber ich mich gar nicht wenig freue, da die Begründung jenes Theorems nach Garbowski nicht gerade gut gelungen ist.

Die ihm vorgelegene Arbeit, welche durch 9 Tafeln (s. Anmerkung auf S. 488) illustriert ist, soll die ausführliche Arbeit sein zu einer vorläufigen Mitteilung, nämlich zu meinem in diesem Blatte vor 9 Jahren erschienenen Aufsatz: „Nach welcher Richtung hin soll die Nervenlehre reformiert werden". Von dieser ausführlichen Arbeit fordert er nun mit Recht ausführlichere Beweise für die damals entwickelten Thesen. Meiner Arbeit, welche durch 10 Tafeln illustriert ist, fällt es gar nicht ein, jene ältere Mitteilung weiter zu begründen, weil sie ganz andere Zwecke verfolgt.

In jener Garbowski vorgelegenen Arbeit wird die Frage danach, wo das leitende Element in nervösen Systemen zu suchen wäre, gar nicht erörtert (S. 488). Meine Arbeit enthält lediglich eine genaue Schilderung und zahlreiche Abbildungen einer langen Reihe morphologischer Thatsachen, welche, so weit auf morphologischem Wege überhaupt möglich, beweisen, dass dasjenige Element, welches ich Neurofibrille nenne, das spezifisch Leitende ist, und sie zeigt bei Hirudineen und *Lumbricus* mit einer bis jetzt kaum dagewesenen Ausführlichkeit und Deutlichkeit, wo dieses Element in dem Nervensystem zu suchen ist.

In der Garbowski vorgelegenen Arbeit sind andere Autoren, sogar ein Retzius totgeschwiegen, und es fehlen sowohl vergleichende als auch allgemeine Betrachtungen. In meiner Arbeit ist für andere Autoren ein ganz besonderer Abschnitt, „5. Kritik der Beobachtungen von Anderen", reserviert, welcher in der zweiten Mitteilung (s. S. 495 der ersten) erscheinen wird. Ebenso reserviert für die zweite Mitteilung sind die Abschnitte „4. Weitere Beobachtungen (hauptsächlich an Mollusken und Wirbeltieren)" und „6. Allgemeine Betrachtungen".

Es ist also evident, dass die Leser dieses Blattes meine oben er-

wähnte Abhandlung aus Garbowski's Referat gerade im Wesentlichsten nicht kennen lernen werden, wie geschickt und übersichtlich auch der Referent einen Teil der von mir eruierten (von ihm zum Teil leider auch missverstandenen) Thatsachen gruppiert hat. Gewiss bin nur ich Schuld daran, dass Jemand aus meinem neuen Werke eine minderwertige Reproduktion einer alten Schrift von mir heraus lesen konnte. Um nicht auch von anderen in dieser Weise missverstanden zu werden, will ich demnächst ein ausführliches Autorreferat meiner Arbeit veröffentlichen und versuchen, deutlicher mitzuteilen, was ich geschrieben und was ich damit bezweckt habe. Einstweilen bin ich aber auch den Lesern dieses Blattes und meinem Referenten einige Bemerkungen schuldig.

Ein großer Teil der von Garbowski gemachten Einwände würde gegenstandlos sein, wenn ich gleich das ganze Werk über das leitende Element, wie ich es konzipiert habe, hätte veröffentlichen können. Dem standen aber erstens der große Umfang des Werkes (mindestens 30 Druckbogen) und die vielen, sehr theueren Tafeln (mindestens 20 dreifache Tafeln) im Wege, und zweitens meine Hoffnung, die bei anderen Tierklassen bereits gemachten Beobachtungen durch weitere Verfeinerung meiner Technik noch wesentlich vertiefen zu können. Diese Hoffnung hat sich inzwischen zum Teil schon erfüllt; aber mein Material an Beobachtungen und Zeichnungen nach sehr gut gelungenen Präparaten war durch langjährige Beschäftigung mit dem Gegenstande schon damals dermaßen angeschwollen und die bereits festgestellten Thatsachen schienen ein so großes allgemeines Interesse zu haben, dass ich nicht umhin konnte, wenigstens den Teil meiner Resultate, welcher sich auf Hirudineen und *Lumbricus* bezog, ausführlich zu beschreiben und der Oeffentlichkeit zu übergeben.

Dabei wollte ich meine seit lange gepflegte allgemeine Nerventheorie nur hier und da erwähnen, um zu zeigen, in welcher Richtung ich die von mir entdeckten Thatsachen einst verwerten zu können hoffe. Andere Tiergruppen, namentlich Wirbeltiere, wollte ich in der ersten Mitteilung einstweilen nur deshalb heranziehen, um die bei Wirbellosen geschilderten Thatsachen dem Verständnisse und dem Interesse der Anatomen und Histologen näher zu bringen. Damit beabsichtigte ich auch Andere zu Untersuchungen in der von mir inaugurierten Richtung anzuregen; in dieser Weise hoffte ich auch von Anderen eruiertes Thatsachenmaterial in meiner zweiten Mitteilung schon benützen zu können. Auch diese Hoffnung fängt schon an, sich zu erfüllen. Ich möchte nur an die überraschend schönen Resultate von Bethe erinnern, welche höchst wertvolle Stützen für unsere Neurofibrillenlehre liefern.

Ich war weit entfernt davon, ein großartiges, neues Lehrgebäude auf dem Gebiete der Neurologie, einen wissenschaftlichen Kölner Dom, aufbauen zu wollen; ich weiß nur zu gut, wie wenig Bausteine dazu wir besitzen und wie viele Forscher noch mit arbeiten müssen, um den Bau auch nur beginnen zu dürfen. Es wundert mich gar nicht, dass es Garbowski schwer gefallen ist, aus den in meiner Arbeit zerstreuten Bestandteilen die Skizze des vor meinen Augen schwebenden Baues zusammenzusetzen. Mir kam es nur auf die Schilderung von Thatsachen an; wenn, wie Garbowski sagt, die Bruchstücke meiner Theorie auch so schon anregend auf den Leser wirken können, um so besser.

Er soll mir aber keinen Vorwurf daraus machen, dass jene Theorie lückenhaft und nicht recht begründet ist. Ich hatte eine große Anzahl sorgfältig, kritisch geprüfter Präparate und viele Zeichnungen nach diesen vor mir, welche mit der peinlichsten Genauigkeit und Objektivität gemacht wurden. Ich beschränkte mich auf die Beschreibung meiner Präparate und meiner Zeichnungen. Als Thatsache habe ich nur das hingestellt, was ich mit dem Mikroskop unter gewissenhaft kontrolierten Bedingungen mit der größten Deutlichkeit sehen konnte und jederzeit Jedem demonstrieren kann. Wo ich etwas nicht ganz deutlich sah, da sagte ich es ganz offen. Nirgends habe ich behauptet, dass ich gesehen hätte, was ich auf Grund meiner Präparate bis jetzt bloß vermuten kann. Nur was aus direkt beobachteten Thatsachen notwendig folgt, habe ich, auch ohne es direkt beobachtet zu haben, behauptet. Wenn zwei Größen einer dritten nachweisbar gleich sind, so kann man wohl ohne direkte Beobachtung behaupten, dass sie auch einander gleich sind.

Meine Einzeldarstellungen, von welchen nach Garbowski „vielleicht sehr viele theoretisch beeinflusst erscheinen", sind es höchstens in diesem Sinne. Auf die Theorie kam es mir in dieser Arbeit gar nicht an.

Nur um Missverständnissen vorzubeugen und dem Leser die Mühe des Nachschlagens in meinen früheren Mitteilungen zu ersparen, habe ich wieder vorausgeschickt, was ich unter Nervenzelle im Gegensatz zur Ganglienzelle verstehe und demonstrieren zu können glaube. Dabei sage ich auf S. 505 Folgendes: „Auf die eigentlichen Beweise dieses von mir bereits vor 12 Jahren betonten Unterschiedes, den ich seither bei mehreren Gelegenheiten auseinandergesetzt habe, will ich jetzt nicht eingehen; ich sage einfach, was nach meiner Meinung und in meinen Präparaten Nervenzelle und was Ganglienzelle ist. Mag man diesen histologischen und histogenetischen, besonders aber physiologischen Unterschied anerkennen oder nicht, mit dieser Unterscheidung wird sich das, was ich zeigen will, besser gruppieren lassen und mein ganzer Ideengang übersichtlicher erscheinen. Das Hauptgewicht will ich ja auf gewisse bisher, wie ich glaube, noch nicht beobachtete Thatsachen legen, und es ist mir vorläufig gleichgiltig, ob die Ansichten, durch welche ich jene Thatsachen in Zusammenhang zu bringen versuche, Anklang finden oder nicht, wenn es mir nur gelingt, die Unbestreitbarkeit von jenen darzuthun" [1]). Ebenso verhält sich meine Arbeit der „Theorie des nervösen Kreislaufes" gegenüber. Darauf war ich also wirklich nicht gefasst, dass es mir jemand zum Vorwurf machen wird, dass ich in dieser Arbeit jene Theorien nicht besser begründet habe.

Die zwei wichtigsten Resultate meiner Arbeit treten in dem Referate von Garbowski ganz in den Hintergrund. Das eine betrifft speziell die Neurologie, das andere die vergleichende Histologie im Allgemeinen.

Vielleicht überhaupt das wichtigste Resultat meiner Arbeit ist, dass ich zuerst auf morphologischem Wege, an der Hand von deutlichen, leicht demonstrierbaren Thatsachen gezeigt habe, was das Leitende im

1) Im Original nicht gesperrt.

Nervensystem ist. Früher hat man bloß vermutet, dass es gewisse Fibrillen sind. Niemand vor mir hat gesehen, dass nur diese Fibrillen aus dem Nerv in die Muskelzellen, in die Sinneszellen etc. eindringen; Niemand konnte wirklich zeigen, dass es Primitivfibrillen giebt, welche als Individuen, als ununterbrochene Drähte die Nerven von der Peripherie bis zu dem Centrum durchziehen, in die Ganglienzellen ein und aus diesen wieder heraustreten, wobei sie im Zellleib charakteristische Netze oder Gitter bilden, welche sich auch in Sinneszellen und anderen Zellen wiederholen. Es ist kaum möglich, für die leitende Natur meiner Neurofibrillen auf morphologischem Wege mehr und entscheidendere Beweise zu erbringen, als welche sich für Hirudineen in meiner Arbeit befinden. Das beweisende physiologische Experiment fehlt allerdings bis jetzt; es erscheint mir indessen aber fraglich, ob es neben jenen morphologischen Thatsachen einstweilen unbedingt nötig ist, um die leitende Natur meiner Neurofibrillen als festgestellt zu betrachten.

Das zweite, nämlich das vom vergleichend histologischen Standpunkte wichtigste Resultat meiner Untersuchungen ist einerseits der Nachweis der Neurofibrillen bei verschiedenen Tieren sowohl in den verschiedensten Zellen, welchen eine nervös leitende Funktion zukommt oder welche mit den leitenden Bahnen in irgend welche innigere Beziehung während der Entwicklung treten, als auch extracellulär an verschiedenen Stellen des Organismus, wo sie aus den sie produzierenden Zellen oder aus den Zellen, welche sie während des Wachstums des Organismus durchdrungen haben, hinauswachsen; andrerseits ist es der Nachweis, dass die Neurofibrillen überall dieselben morphologischen Eigenschaften, denselben Charakter des Verlaufes und dieselben Reaktionen, dieselben physikalischen und chemischen Eigenschaften zeigen.

Demnach gestaltet sich die ganze Arbeit zur Demonstrierung der bei meinen verschiedenen Untersuchungen gewonnenen grundlegenden Thatsache, des Grundsteines der vergleichenden Histologie, für einen speziellen Fall, für das Nervensystem. Und diese Grundthese lautet folgendermaßen: Die histologische und die, in der Ontogenese wenigstens, erst aus dieser folgende sonstige, funktionelle Differenzierung der Zellen geschieht nicht dadurch, dass sich das Protoplasma (richtiger Somatoplasma) in verschiedene Protoplasmasorten (z. B. Nervenprotoplasma, Muskelprotoplasma, Drüsenprotoplasma etc.) verwandelt, sondern dadurch, dass sie sich überwiegend oder ausschließlich auf die Produktion von spezifischen, morphologisch, physikalisch und chemisch gekennzeichneten und mikroskopisch nachweisbaren Substanzen (welche, wenn auch keineswegs immer leblos, doch nicht mehr Protoplasma sind), verlegen, dadurch aber auch in der Regel die Fähigkeit, die sie ursprünglich alle besitzen, verlieren, Zellprodukte anderer Art zu erzeugen.

Und das Wichtigste für die vergleichende Histologie ist, dass die betreffenden spezifischen Zellprodukte in allen Tierklassen, wo immer nur Zellen mit derselben physiologischen Bedeutung vorkommen, die gleichen Eigenschaften zeigen, sie sind in morphologischer, physikalischer und chemischer Hinsicht in der gleichen Weise gekennzeichnet.

Das Protoplasma, richtiger Somatoplasma, selbst ist in allen Zellen eines Organismus gleich, zeigt überall im Wesentlichen gleiche morphologische

und ganz gleiche physikalische und chemische Eigenschaften; nur hat es, auf einer gegebenen Entwicklungsstufe des Organismus, von seinen ursprünglichen Fähigkeiten in der einen Zelle mehr, in der anderen weniger, hier diese, dort jene bewahrt. Also sind das sogenannte Nervenplasma und Muskelplasma im wesentlichen ganz gleich, grundverschieden sind aber die Neurofibrillen, ein spezifisches Zellprodukt der Nervenzellen in meinem Sinne (oder das eine spezifische Zellprodukt der Ganglienzellen, wenn man die Existenz von von einander verschiedenen Nervenzellen und Ganglienzellen nicht annehmen will), und die Myofibrillen, ein spezifisches Zellprodukt der Muskelzellen. Und wo leitende und kontraktile Zellen überhaupt vorkommen, sind in denselben Neurofibrillen, bezw. Myofibrillen mit denselben Eigenschaften bei den verschiedenen Tierklassen nachweisbar.

Mit den spezifischen Zellprodukten von anderen Zellen, namentlich mit den Gliafibrillen, dem Produkte der Gliazellen, habe ich mich in dieser Arbeit nur deshalb beschäftigt, um jeden Verdacht einer Verwechslung der Neurofibrillen mit anderen fibrillären Elementen des Organismus auszuschließen. Nur deshalb habe ich bei *Hirudo* auch die Stütz- und Hüllvorrichtungen des Nervensystems genau beschrieben. Es müssen hier 6 Arten von Fibrillen auseinandergehalten werden, welche alle eine besondere charakteristische Anordnung, besondere morphologische Eigenschaften und Reaktionen zeigen. Das sind in erster Linie 1. die Neurofibrillen, 2. die Myofibrillen der in die Neurilemmscheide der peripherischen Nerven und der Ganglien eingebetteten Nervenmuskeln, 3. die Gliafibrillen, 4. die kollagenen Bindegewebsfibrillen der Neurilemmscheiden; zu diesen gesellen sich noch 5. die Somatoplasmafibrillen (richtiger, namentlich bei tadelloser Fixierung, der optische Ausdruck der Wabenwände des Somatoplasmas der Ganglienzellen, der Nervenzellen und der Gliazellen) und 6. durch die Fixierung entstandene Koagulumfibrillen der interstitiellen Grundgallerte, bezw. eines interstitiellen, das Gewebe durchtränkenden Serums.

Alle diese histologischen Elemente sind in meinen Präparaten so verschieden gekennzeichnet und besonders die Neurofibrillen stechen so sehr von allen anderen ab, dass nur derjenige eine Verwechslung der verschiedenen Elemente meinerseits voraussetzen kann, der sich das Aussehen meiner Präparate gar nicht vorzustellen vermag. Von einem Rohde wundert mich das nicht; in den Präparaten von diesem scheinen histologische Differenzierungen etwas nie Dagewesenes zu sein; aber von Garbowski glaube ich mit Recht voraussetzen zu dürfen, dass er aus eigener Erfahrung weiß, wie charakteristische Farbenunterschiede unter dem Mikroskop aussehen, und dass er deshalb Jemandem Vertrauen schenken könnte, wenn dieser eine deutliche Unterscheidbarkeit eines bestimmten histologischen Elementes unter allen Umständen betont. In Betreff der von Held beschriebenen pericellulären Ausbreitungen der Axencylinder und in Betreff der Neurosomen desselben Autors, kann ich indessen versichern, dass erstere nichts mit dem Axencylinder, letztere nichts Spezielleres mit dem Nervösen überhaupt zu thun haben. Jene Ausbreitungen sind ein Gliagitter (die Neuroglia im ursprünglichen weiteren Sinne verstanden), welches von dem Axencylinder, den es während seines Weges im Centralnervensystem, außerhalb der Myelin-

scheide, umhüllt, auf den Zellkörper der Ganglienzelle übergeht und sich auf die sonstigen Ausläufer der Ganglienzelle, auf die Dendriten, fortsetzt. Ein ähnliches, die Ganglienzellen eng umschließendes Gliageflecht habe ich auch bei Hirudineen beschrieben und es als die Gliazone der Ganglienzelle bezeichnet, welche auch in das Innere der Ganglienzelle Fortsätze senden kann, aber nicht eigentlich zur Ganglienzelle gehört und nicht mit dem Neurofibrillengitter zu verwechseln ist. Durch dieselbe Gliazone der Wirbeltierganglienzelle ist, wie ich glaube, auch die von Golgi durch Chromsilber dargestellte und unlängst beschriebene Gitterhülle bedingt. Die Neurosomen dagegen sind Körnchen, wie sie im Somatoplasma von allerlei Zellen dargestellt werden können; vielleicht ist ihre chemische Qualität charakteristisch; morphologisch sind sie es aber sicher nicht. Um ersteres zu entscheiden, bedarf es aber einer ganz anderen Technik, als die von Held. Und es freut mich nur, dass ich den Vorwurf Garbowski's verdiene, vergleichende histologische Beobachtungen so wie Held nicht gemacht zu haben.

Neben den Neurofibrillen giebt es in den Ganglienzellen nur noch ein charakteristisches, spezifisches histologisches Element, welches ich sogar für den einzigen, von den Ganglienzellen produzierten spezifischen Bestandteil halte. Das sind die chromatischen Körnchen, welche in den Ganglienzellen der Wirbeltiere die Flemming-Nissl'schen Formationen bilden. Und mit diesen habe ich mich eingehend genug beschäftigt. Erstens habe ich nachgewiesen, dass sie auch bei Hirudineen und *Lumbricus* vorhanden und charakteristisch für die Ganglienzellen, nur anders angeordnet sind. Zweitens habe ich nachgewiesen, dass diese chromatische Substanz auch bei meinen Objekten ebenso wie bei Wirbeltieren einen histologischen Unterschied zwischen den verschiedenen Fortsätzen der Ganglienzellen verursacht. Es giebt Fortsätze, in welche die chromatische Substanz aus dem Zellkörper übergeht, und es giebt solche, in welche sie nicht übergeht. Erstere habe ich chromatische, letztere achromatische Fortsätze genannt. Achromatisch sind bei den Wirbeltieren die Axone Kölliker's, chromatisch die Dendriten; und ich habe gezeigt, dass auch bei meinen Objekten die den Axonen entsprechenden Fortsätze die achromatischen sind, oder, wo die Dendriten mit dem Axon anatomisch vereinigt, als Stiel der birnförmigen Zelle, die Ganglienzelle verlassen, der Axenteil des Stieles dem Axon entspricht. Ferner habe ich gezeigt, dass die Grundsubstanz des Axons auch bei meinen Objekten, ebenso wie bei den Wirbeltieren, gänzlich verschieden ist von dem Somatoplasma der Ganglienzelle; sie ist eben dieselbe, nur etwas dichtere Interfibrillärsubstanz, wie die des Axencylinders auf der Peripherie, in welcher die Neurofibrillen eingebettet sind. Sie ist mehr oder weniger dickflüssig, bei den Wirbeltieren besonders dünn, ölartig, vollkommen homogen: jede Vakuolisierung, welche einen wabigen Bau vortäuschen kann, ist in der Interfibrillärsubstanz ein Artefact. Dagegen besteht die Grundsubstanz der Dendriten aus demselben Somatoplasma, wie der Zellkörper der Ganglienzelle und ist ebenso wabig gebaut, wie dieser. Demnach sind die Dendriten im histologischen Sinne wahre Ausläufer der Ganglienzelle, während die Axone auch im histologischen Sinne, wie gesagt, den nur etwas kompakter gewordenen Axencylinder repräsentieren, also lediglich aus der specifischen Nervensubstanz bestehen und nicht aus Protoplasma

[Nervenplasma[1]) der Autoren]. Ein Teil dieser specifischen Nervensubstanz, die Interfibrillärsubstanz, setzt sich in die Ganglienzelle nicht fort, sondern endigt in der kelch-, teller- oder scheibenförmigen Verdickung, mit welcher der Axencylinder an die Ganglienzelle stößt; der andere Teil, die Neurofibrillen, dringen in die Ganglienzelle ein, treten dort auseinander, durchziehen den Zellkörper in verschiedener Richtung, bilden, zum Teil wenigstens, daselbst ein Polygon-Gitter und verlassen wieder in den Dendriten den Zellkörper. Der ursprünglich etwa vorhandene protoplasmatische Fortsatz der Ganglienzelle, an dessen Stelle der Axon tritt, muss also durch die leitende Substanz verdrängt worden sein; nur gelegentlich sah ich in der Axe des Axons einen feinen protoplasmatischen Faden als Fortsetzung des Zellkörpers, welcher indessen stets unweit von der Ganglienzelle endigt. Vollkommen gleich sind Axon und Dendriten darin, dass sie alle Neurofibrillen enthalten, welche bei Wirbeltieren öfter, bei Wirbellosen nur ausnahmsweise direkt, in der Regel aber durch Vermittelung eines intracellulären Gitters von dem Axon in die Dendriten oder auch von einem Dendrit in das andere übergehen. Alles das habe ich in meiner Arbeit genau auseinandergesetzt. Ich kann mir die Funktion der verschiedenen Fortsätze (abgesehen von der auf das Somatoplasma der Dendriten ausgedehnten Funktion des Ganglienzellleibes) nur in dem Sinne verschieden deuten, als sie in der Regel in verschiedener Richtung leiten, wie ich überhaupt keine anderen Unterschiede in der Funktion der verschiedenen leitenden Bahnen, als die Richtung des Stromes, den sie leiten; annehmen möchte. Die verschiedenen physiologischen Funktionen der verschiedenen Zellarten können durch einen Reiz von ganz gleicher Qualität, etwa einfach durch Schwankungen der Stärke des Stroms, der sie beständig durchzieht, ausgelöst werden. Auch die Funktion der Sinneszellen dürfte einfach im Einschalten von Hindernissen in den Weg des Stromes bestehen, etwa durch Modifizierung des Zustandes, in welchem sich die in der Sinneszelle enthaltene Strecke der Leitung befindet. Dafür scheint auch die zuerst von mir entdeckte Thatsache zu sprechen, dass in jede Sinneszelle mindestens eine Neurofibrille eindringt und einen verhältnismäßig sehr langen Weg darin zurücklegt, indem sie in der Zelle ein kompliziertes Gitter bildet. Dendraxonen, Inaxonen, Paraxonen u. dergl. können alle mehr oder weniger notwendige anatomische Unterscheidungen sein, welchen aber nur in dem erwähnten Sinne eine Arbeitsteilung entsprechen kann. Wenn jedoch der funktionelle Unterschied zwischen den verschiedenen Bahnen lediglich in der Richtung des geleiteten Stromes besteht, so müssen zwischen ihnen auch keine weiteren und feineren histologischen Unterschiede, als welche ich bei Hirudineen und *Lumbricus* bereits beschrieben habe, gesucht werden.

Ebenso, wie jene Bezeichnungen, habe ich auch die übrige, zum Teil sehr gekünstelte und überflüssige Nomenklatur neuerer Autoren, vorläufig wenigstens, nicht berücksichtigen zu müssen geglaubt. Wo die für Wirbeltiere gebräuchlichsten Namen sich auf Dinge beziehen, welche auch bei meinen Objekten mit der wesentlich gleichen Beschaffenheit und Bedeutung vorkommen, habe ich jene benützt; wo es sich aber um neue,

1) Das wirkliche Nervenplasma wäre bei Wirbeltieren in der Umgebung der Schwann'schen Kerne zu suchen. Der ganze Axencylinder ist spezifisches Zellprodukt.

bei Wirbeltieren nicht, oder in verschiedener Form vorkommende Verhältnisse handelt, musste ich neue Bezeichnungen anwenden. Im Uebrigen war ich bestrebt, mich auch in der Nomenklatur an das Prioritätsgesetz zu halten. Deshalb nenne ich die collagenen bindegewebigen Hüll- und Stützgebilde des Nervensystems im Allgemeinen Neurilemm, die nicht collagenen aber Neuroglia, und deshalb habe ich die Bezeichnung Nervenzelle gegenüber Ganglienzelle beibehalten. Wenn beide Begriffe später allgemein konfundiert wurden, so ist das noch keine Ursache, für ein altes Ding einen neuen Namen vorzuschlagen.

Um jedoch auf die Beschaffenheit der Ganglienzellenfortsätze zurückzukommen, so könnte die Fortsetzung des Samotoplasmas in die Dentriten einfach zur Ermöglichung einer größeren Massenzunahme der Ganglienzelle ohne Erschwerung der Ernährung derselben dienen. Denn auch in den Dendriten hört das Somatoplasma bei den weiteren Verästelungen derselben früher oder später auf, und die dünnsten Dendritenäste bestehen nur noch aus der Neurofibrille, welche, während sie sich in allerdünnste Fibrillenäste spaltet, bei *Hirudo* deutlich in ein Elementargitter übergeht. Diese allerdünnsten Fibrillenäste, welche oft nicht dicker als 0·05 μ (50 Millimikren) sind und in meinen Präparate doch gut verfolgt werden können, darf ich wohl als Elementarfibrillen bezeichnen, da sie sich nicht weiter verjüngen oder verästeln, sondern bei der Bildung des Elementargitters mit gleich dicken Fibrillenstücken in beinahe stets dreischenkeligen Knotenpunkten zusammenstoßen.

Garbowski meint nun, ich hätte nicht klar genug dargethan, wie die verschiedenen Netze und Gitter, welche die Neurofibrillen bilden, in dem Sinne meiner Theorie zu deuten seien. Ich glaube dies indessen nicht versäumt zu haben. Vom centralen Elementargitter sage ich auf S. 567, dass meist alle drei in einem Knotenpunkte zusammenstoßenden Schenkel gleich dick sind; „die Knotenpunkte sind eben nicht Teilungsstellen von dickeren Neurofibrillen, die sich in zwei dünnere spalten würden“. Da ich nun die Elementarfibrillen als je eine Reihe ultramikroskopischer leitender Elemente auffasse, so kann das Elementargitter nichts anderes sein, als eine Umlagerung der in den Neurofibrillen parallele Längsreihen bildenden Elemente, der Neurotagmen, in eine polygonale, gitterförmige Anordnung. Wo aber aus mehreren Elementarfibrillen zusammengesetzte, dickere Neurofibrillen die Gitter bilden, treten bei der Verästelung der Neurofibrille zunächst die Elementarfibrillen auseinander, um sich schließlich eventuell wieder zu vereinigen; indessen entspricht auch in solchen intracellularen Neurofibrillengittern die Dicke eines Schenkels des dreischenkeligen Knotenpunktes keineswegs immer der Dicke der beiden anderen zusammen, vielmehr kommt es sehr oft vor, dass alle drei gleich dick sind (s. besonders die Neurofibrillengitter in den Retinazellen auf Taf. 30 u. 31). Dann handelt es sich eben auch hier nicht bloß um ein Divergieren der Neurotagmenreihen, sondern um eine Umlagerung der Neurotagmen, also um Anastomosen im strengsten Sinne.

Garbowski vermisst in meinen Zeichnungen eine regelmäßige Steigerung in der Feinheit der sich spaltenden Primitivfibrillen, was nach ihm doch eine natürliche Folge des Auseinanderweichens der Elementarfibrillen sein müsste (S. 538). Das beweist eben, dass meine Zeichnungen

nicht theoretisch beeinflusst sind. Ich habe gezeichnet, was und wie es im Präparat zu sehen war. Ich habe nicht Thatsachen gesucht, welche in meine Theorie hineinpassen; ich habe die Thatsachen gefunden und suchte erst dann ihre Erklärung. Diese ist für den fraglichen Fall, dass die leitenden Bahnen nicht oder nicht bloß aus dem Centrum hinauswachsen und sich successive auf der Peripherie verteilen, sondern, wie auch das Blutgefäßsystem, auf verschiedenen Punkten des Organismus entstehen und so zu einem ununterbrochenen System zusammenwachsen. Das den ganzen Organismus durchziehende Neurofibrillengitter entsteht durch Aneinanderstoßen, Auseinanderweichen und Vereinigung der Neurotagmenreihen ebenso wie durch Umlagerung der Neurotagmen. Solche allgemeine Betrachtungen sind indessen, wie gesagt, nicht Gegenstand meiner ersten Mitteilung gewesen. Allgemeine Betrachtungen, welche sich aus den bereits geschilderten und noch zu schildernden Thatsachen ergeben, wird Garbowski in der zweiten Mitteilung zu suchen haben.

Uebrigens bin ich ihm für seine Einwände nur dankbar. Zwar werde ich einen großen Teil auch im zweiten Stücke dieser Arbeit nicht berücksichtigen können, weil sie Fragen betreffen, mit welchen ich mich diesmal nicht beschäftigen will; einen anderen Teil habe ich bereits vorhergesehen, aber ihre Wiederlegung für einen späteren Abschnitt aufgespart; er hat mich jedoch auf mehrere aufmerksam gemacht, an welche ich nicht gedacht hätte, weil ich sie im Angesicht der von mir festgestellten Thatsachen für unmöglich hielt. Da sie nun aber, wie es scheint, doch möglich sind, so sollen sie seinerzeit auch nach Kräften gewürdigt werden.

Jetzt sei mir nur noch eine Bemerkung gestattet! Garbowski glaubt logische Fehler in meinen Deduktionen entdeckt zu haben, durch welche ich Widersacher meiner eigenen Prämissen werde. Er meint nämlich, dass die doppelte Fähigkeit der Nervenzellen der Hirudineen, neben Neurofibrillen zum Teil auch Gliafibrillen produzieren zu können, den physiologischen Erwägungen widerspricht „die bei der ursprünglichen Konzipierung der Hypothese zweifellos entscheidend waren“ (S. 537). Das ist keineswegs der Fall. Nimmt man den oben angedeuteten, höheren vergleichend histologischen Standpunkt ein, so verschwindet der scheinbare Widerspruch sofort. Nervenzellen, Ganglienzellen und Gliazellen entstehen phylogenetisch aus gleichen Zellen, welche die Arbeit allmählich in drei Richtungen unter sich teilen, wobei in den Nervenzellen die Produktion der Neurofibrillen, in den Gliazellen die der Gliafirillen, in den Ganglienzellen die jener chromatischen Substanz überwiegt, aber deshalb die Produktion der Gliafibrillen von Seiten der Nervenzellen u. s. w. nicht sofort aufhören kann. Die Differenzierung wird durch Aufhören der Produktion von anderen Substanzen und Steigerung der Produktion der spezifischen Substanz nur allmählich vollzogen. Die Hirudineen können noch ganz gut auf einer Stufe stehen, wo die Nervenzellen ihre ursprüngliche Fähigkeit, auch Gliafibrillen zu liefern, zum Teil noch bewahrt haben. Differenzieren sich ja jene dreierlei Zellen auch in der Ontogenese zum Teil aus derselben Anlage heraus. Von den Ganglienzellen und den Gliazellen der Wirbeltiere wissen wir es eben bestimmt, dass sie sich aus den Abkömmlingen der Epithelzellen der Wand des Medullarrohrs herausdifferenzieren. Wäre es also so sehr befremdend, wenn unter Umständen

sogar gewisse Ganglienzellen, die auf einer niedrigeren Entwicklungsstufe stehen geblieben sind, Gliafibrillen produzieren würden? Ich habe nie behauptet, solche bereits zu kennen. Unmöglich ist aber ihre Existenz sicher nicht; diese Möglichkeit folgt einfach aus meiner histogenetischen Auffassung, steht somit mit meiner Theorie gar nicht in Widerspruch. Deshalb könnte ja der weitaus größte Teil der Ganglienzellen des betreffenden Organismus der Produktion von solchen Substanzen bereits vollkommen enthoben sein und sich ganz „der ununterbrochenen percipierenden und den Nerventonus schaffenden Thätigkeit" widmen. Auch zu dieser Thätigkeit verwendet die Ganglienzelle, wie es scheint, ein spezifisches Zellprodukt, und das ist die aus minimalen Körnchen zusammengesetzte chromatische Substanz, welche bei Wirbeltieren die Flemming-Nissl'schen Formationen bildet. Aber es ist nicht einmal a priori auszuschließen, dass auch gewisse Nervenzellen, natürlich in viel geringerem Grade, solche chromatische Mikrosomen oder Granula produzieren könnten; und ebenso ist es eine unvermeidliche Konsequenz desselben Gedankenganges, dass gewisse Ganglienzellen gewisser Organismen Neurofibrillen zu bilden vermögen. Befremdend und unwissenschaftlich könnte für mich im Gegenteil nur die Annahme sein, dass die Spuren eines postulierten phylogenetischen Vorganges aus der Ontogenese und aus der gegenwärtig bestehenden Organismenreihe gänzlich verschwunden wären. Wenn ich als höchste Stufe der histologischen Entwicklung in Betreff der Beschaffenheit und der Funktion gänzlich getrennte Ganglienzellen, Nervenzellen und Gliazellen fordere, so muss ich auf einer niedrigeren Stufe, welche entweder in einem einfacheren, ursprünglicheren Organismus oder in einem früheren ontogenetischen Stadium vor uns liegt, das zeitweilige Bestehen von Uebergangsformen voraussetzen.

Doch führen mich diese Betrachtungen schon auf ein Gebiet, welches zu durchforschen nicht Zweck meiner Arbeit über das leitende Element gewesen ist. Durch die Erkenntnis, dass das Leitende überall durch Neurofibrillen, welche ganz bestimmte, nicht zu verwechselnde Reaktionen zeigen, gekennzeichnet ist, gestaltet sich, wie ich auf S. 508 betont habe, das große Problem der Histologie und Histogenese des Nervensystems vorerst zu der mikrotechnischen Aufgabe, die leitenden Primitivfibrillen (überhaupt Neurofibrillen) von ihrem ersten Auftreten an im mikroskopischen Bilde zu differenzieren (oder färberisch zu isolieren). Ich sagte es wiederholt, z. B. auf S. 575 ganz offen heraus, dass es mir bis jetzt nicht gelungen ist, die leitenden Primitivfibrillen gleich von ihrer Entstehung an mikrotechnisch zu differenzieren. Bis dies mir oder einem anderen, glücklicheren, gelungen ist, mag man meine neurogenetische Auffassung als eine Hilfshypothese (S. 584) betrachten; die zahlreichen neuen Thatsachen, die ich entdeckt habe, passen einstweilen doch besser in diesen Rahmen als in den der Neurontheorie hinein.

Garbowski's Aufsatz wird indessen gewiss dazu beitragen, das Interesse für meine Untersuchungen auch in weiteren Kreisen zu erwecken, und schon deshalb kann ich ihm für sein Referat nur dankbar sein.

Kolozsvár, im Juli 1898. [102]

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Biologisches Zentralblatt

Jahr/Year: 1898

Band/Volume: 18

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

Artikel/Article: Bemerkungen zu Garbowski's Darstellung meiner Lehre von den leitenden Nervenelementen. 704-713