(Aus dem anatomischen Institut in Rostock.)

Beiträge zur Histologie des Menschen.

Zweite Folge.

Von

Fr. Reinke.

Ueber die Neuroglia in der weissen Substanz des Rückenmarks vom erwachsenen Menschen.

(Eine kritische Studie.)

Hierzu Tafel I.

Zur Darstellung der Stützsubstanz des nervösen Centralorgans haben wir bekanntlich drei verschiedene Methoden: 1) die Golgi'sche Chromsilbermethode; 2) die Weigert'sche Färbung; 3) die sonst üblichen Methoden der Färbung mit Karmin etc. nebst Macerationsmethoden zur Darstellung von Zupfpräparaten.

Je nachdem die modernen Untersucher der Nach-Golgi'schen Zeit, bei Anfertigung und Beschreibung ihrer Präparate, sich der einen oder der andern oder aber auch mehrerer Methoden zugleich mit gutem Erfolg bedienten, finden wir in der Literatur drei Parteien, die im Grossen und Ganzen drei verschiedene Ansichten über das Neurogliagerüst vertreten: 1) die Golgianer, 2) die Weigertianer, 3) die Fusionspartei. Zu der ersten, besonders unter den normalen Anatomen augenblicklich herrschenden Partei rechne ich als bedeutendste Vertreter Golgi

selbst, Ramon y Cajal, Nansen, van Gehuchten, v. Lenhossék, Retzius und Cl. Sala y Pons. Die zweite Partei, die namentlich bei den Pathologen Anhänger gefunden hat, wie z. B. neuerdings B. Pollack, schart sich um Weigert. Die dritte Partei endlich wird namentlich von Lavdowsky und von Kölliker repräsentirt und dürfte wohl als die weitverbreitetste gelten.

Die Ansichten dieser drei Parteien sind am ausführlichsten in den Arbeiten von von Lenhossék, Weigert und von Kölliker dargelegt, und ich werde mich deshalb im Interesse der Klarheit hauptsächlich an die Darstellung dieser drei Repräsentanten halten.

Nach von Lenhossék¹⁾, der hauptsächlich thierische und menschliche Embryonen, aber auch Kinder bis zum ersten Lebensjahr und zwar mit der oben genannten Chromsilbermethode untersuchte, besteht die Stützsubstanz des Rückenmarks aus zwei Arten von Zellen, „Astrocyten“: 1) Langstrahlern und 2) Kurzstrahlern. Die ersteren kommen in der weissen und grauen Substanz des Rückenmarks, die zweiten allein in der grauen Substanz neben den Langstrahlern vor. Die Langstrahler überwiegen numerisch bedeutend (cf. 2a). Er sagt Seite 182:

„Bei den Langstrahlern entspringen die Aeste selten ganz gleichmässig vertheilt ringsum vom Umfange des Zellkörpers; gewöhnlich heben sich in der Verästelung einzelne dichtere Büschel wie „Strahlenbündel“ hervor. Zwischen den Ursprüngen der Aeste und namentlich der stärkeren Stämmchen, zeigt der Kontur des Zellkörpers bogenförmige Einziehungen. Die Aeste sind im Allgemeinen fein, namentlich mit den Dendriten verglichen, die meisten bei den typischen Langstrahlern von gleicher Stärke, und was sehr bezeichnend ist, von Anfang bis Ende gleich dick. Einzelne Fasern zeichnen sich allerdings manchmal durch auffallende Breite aus. Im Allgemeinen erscheinen sie an Golgi'schen Präparaten etwas dicker als an anderweitigen, was man vielleicht auf eine Umhüllung der Fäserchen mit der Chromsilbermasse zurückführen darf. Varikositäten kommen nicht vor, die Fasern zeigen das Verhalten von Nervenfasern und können mit solchen in der That verwechselt werden.

Im Allgemeinen kann man die Aeste der Langstrahlern, namentlich im Vergleich zu den Dendriten, als ungetheilt kennzeichnen, in-

1) M. von Lenhossék, Der feine Bau des Nervensystems im Lichte neuester Forschungen. Zweite Auflage. Berlin 1895.

dessen kommt es öfters vor, dass ein Fortsatz sich spitzwinklig in zwei Aeste gabelt, doch erfolgt dies immer in der Nähe der Zelle und wiederholt sich kaum.

Die Fortsätze der Astrocyten sind von verschiedener Länge, manche durchdringen oft ganz isolirt weite Gebiete des Marks, andere endigen schon ganz in der Nähe ihres Ursprungs, dazwischen findet man alle Uebergänge. Am dichtesten stehen sie natürlich unmittelbar am Zellkörper; hier drängen sie sich häufig so stark zusammen, dass sie die Konturen des Zellkörpers ganz verdecken.“

Er sagt Seite 178: „Diese Zellen bilden nun für sich allein das Stützgerüst des Rückenmarkes, sie bilden nicht den Hauptbestandtheil, sondern die einzigen Elemente dessen, was man bisher „Neuroglia“ genannt hat. Es giebt keine selbständigen „Gliafasern“, sondern nur Ausläufer von Gliazellen.

„Ausserdem, findet von Lenhossék an allen Stellen des Querschnitts Astrocyten, bei denen die Aeste eine einseitige Entwicklung zeigen, in denen sie sich büschelartig nur auf die eine Seite beschränken, oder wie zwei Pinsel der beiden Polen einer spindelförmigen Zelle aufsitzen. Alle Ausläufer der Astrocyten, die längeren wie die ganz kurzen, endigen mit freien Spitzen.“ — „Die Astrocyten sind vollkommen unabhängige Gebilde, sie stellen ebenso wie die Nervenzellen Einheiten für sich dar. Das Gewirr, das aus ihren Aesten hervorgeht und das namentlich in der grauen Substanz einen ansehnlichen Theil des Nervengewebes bildet, ist ebenso wie das Neuropilema ein Gefilze, ein Astropilema oder Spongipilema, kein Netz.“

„Ist für die Darstellung der einzelnen Gliaelemente die Golgi'sche Methode weitaus das ausgiebigste Verfahren, so giebt sie über Art und Weise, wie die Spinnenzellen und ihre Fortsätze, die „Gliafasern“, quantitativ über den Rückenmarksquerschnitt vertheilt sind — keinen sicheren Aufschluss. — Hier sind andere Methoden am Platze. — Es sind in der letzten Zeit zwei Verfahren erfunden worden, die in dieser Bezeichnung Vorzügliches, ja vielleicht Unübertreffliches leisten. Die erste stammt von Weigert. Die andere Methode, die mit der Weigert'schen offenbar nahe verwandt ist, ist von Benecke.“

Dies möge genügen, um den Standpunkt der ersten Partei, als deren Vertreter wir von Lenhossék auffassen, zu charakterisiren. Lassen wir jetzt den Vertreter der zweiten Partei Weigert sprechen.

Auf Seite 27 seines grossen Werkes¹⁾ sagt derselbe:

„Die Erfolge der Golgi'schen Methode sind ungemein überschätzt worden. Von wirklichen Erfolgen hat die Golgi'sche Methode nur

1) C. Weigert, Beiträge zur Kenntniss der normalen menschlichen Neuroglia. Festschrift, Frankfurt a. M. 1895.

solche auf dem Gebiet der Entwicklungsgeschichte aufzuweisen. Für die Lehre von der Anordnung der Neuroglia im ausgebildeten Körper hingegen sind die Resultate äusserst dürftige, ja vielfach geradezu falsche gewesen.“

„Die Gründe dafür, warum mit der Golgi'schen Methode für die wichtigste Frage, die Topographie der Neuroglia, nur dürftige Resultate zu erlangen waren, liegen auf der Hand. Sie konnte das Gerüst nicht im Zusammenhang, d. h. vollständig darstellen.“

„Die Golgi'sche Methode hat aber noch einen anderen Nachtheil für die Forschung gehabt. Sie stellt, wie erwähnt, nur die Zellen und die ihnen anliegende Fasern dar. Ganz abgesehen nun davon, dass bei der entstehenden Silhouette die chemisch-physikalischen Unterschiede der Fasern von den Zellen verschwinden, und so Trugbilder von Zellen mit „Fortsätzen“ entstehen — so wurde durch die Einseitigkeit der Methode die Aufmerksamkeit ganz von den Fasern („Zellfortsätzen“) abgelenkt und auf die „Zellen“ konzentriert.“

Dagegen sagt Weigert von seiner eigenen Methode Seite 29 Folgendes:

„Die Methode ist unfähig, die Entwicklungsgeschichte der Neuroglia weit zurück zu verfolgen. Die Methode stellt ferner, abgesehen von den Kernen der Neurogliazellen, nur die, wie wir sehen werden, in besonderer Weise differenzirten Fasern dar. Wenn daher, was a priori durchaus nicht bestritten werden kann, Zwischensubstanzen im Centralnervensystem existiren, welche solcher differenzirter Fasern entbehren, so entgehen diese bei Anwendung der Methode vollkommen der Kenntnissnahme.“

In Bezug auf seine Resultate sagt dann Weigert wörtlich Seite 33:

„Trotzdem so viele Kerne ohne charakteristische Beziehung zu den Fasern sind, trotzdem die meisten Fasern keine Beziehung zu den Kernen erkennen lassen, wird man doch nicht umhin können, alle die nach unserer Methode gefärbten Fasern für identisch mit den Gebilden zu halten, die man seit Fromman für Ausläufer der Neurogliazellen hält.“

„Die von uns dargestellten Fasern sind kein Novum, kein bisher unbekanntes Strukturelement, sondern sie sind identisch mit dem, was man bisher als Ausläufer der Deiter'schen Zellen beschrieben hat.“

Ferner sagt Weigert Seite 41:

„Wir können nach alledem mit der grössten Sicherheit folgende Sätze aufstellen:

1. Die Neurogliafasern, die man bisher als Fortsätze der Deiter'schen Zellen aufgefasst hat, sind nicht mit dem Protoplasma chemisch identische Gebilde, sondern sind von diesem stofflich durchaus verschieden.

2. Die chemische Verschiedenheit tritt nicht etwa allmählich in mehr oder weniger weiter Entfernung vom Zelleib an den „Fortsätzen“ auf, sondern die Differenzirung besteht von Anfang an schon in unmittelbarer Nähe des Zellkerns.

3. Die meisten der sogenannten Fortsätze der Zellen sind überhaupt schon aus dem Grunde keine Fortsätze, weil bei ihnen je zwei anscheinende Ausläufer einen an der Zelle vorbeilaufenden gemeinschaftlichen Faden bilden. Dieser wird durch den Zelleib in keiner Weise unterbrochen, wie das doch bei Ausläufern der Fall sein müsste, die ja jedereinzeln vom Zelleib ihren Ursprung nehmen würden. Mit einem Wort: *Es handelt sich gar nicht um Fortsätze oder Ausläufer von Zellen, sondern um Fasern, die vom Protoplasma vollkommen differenzirt sind.*

Wenn daher Fromman, später Golgi und letzterem folgend so ziemlich alle neueren Autoren gesagt haben, dass die Neuroglia nur aus Zellen und deren Fortsätzen besteht, so trifft dies beim Menschen nur für die Embryonalzeit zu. Im ausgebildeten normalen Zustande besteht die Neuroglia aus Zellen und ausserdem aus Fasern, von denen die letzteren in räumlicher Ausbreitung so kolossal überwiegen, dass man sie als den wesentlicheren Theil der Neuroglia ansehen muss.“

Endlich wollen wir feststellen, zu welchen Ansichten die dritte Partei, als deren Haupt ich von Kölliker betrachte, gelangt ist.

Ich halte mich auch hier wieder an eine abschliessende Darstellung, die v. Kölliker¹⁾ in seinem grossen Handbuch der Neuroglia widmet.

Nachdem v. Kölliker zunächst die Neuroglia des embryonalen Markes besprochen und ungefähr in derselben Weise wie v. Lenhossék geschildert hat (Verhältnisse, auf die wir später noch einzugehen haben), giebt er auf Seite 142 eine Darstellung der Neuroglia des ausgebildeten Markes.

In dieser Darstellung der Neuroglia fallen, ganz abgesehen von der Schilderung der Ependymfasern, drei verschiedene Auffassungen auf, die v. Kölliker an der Hand von Zeichnungen giebt, die nach drei verschiedenen Methoden gewonnen sind.

1) A. v. Kölliker, Handbuch der Gewebelehre des Menschen. 6. Aufl. Bd. II. pag. 136. Leipzig 1893.

Die erste Auffassung v. Kölliker's (Seite 144—148) lehnt sich an die Präparate an, die mit der Golgi'schen Chromsilbermethode gewonnen sind und kommt zu dem fast gleichen Resultat, wie v. Lenhossék: Die Neuroglia besteht hauptsächlich aus den sternförmigen Golgi'schen Zellen: Kurzstrahlern und Langstrahlern, die niemals anastomosiren.

Die zweite Auffassung v. Kölliker's (Seite 148—150) basirt auf Zupfpräparaten, die nach verschiedener Methode, besonders nach Behandlung mit dünner Müller'scher Flüssigkeit und Karminfärbung gewonnen sind. Darüber sagt v. Kölliker Seite 147 wörtlich:

„Solche von frischem Material angefertigten Präparate geben durch nichts zu ersetzende Anschauungen über die eigentliche Beschaffenheit der Golgi'schen Zellen, ihrer Kerne und Fortsätze, stehen dagegen, wenn es sich darum handelt, die genauen Formen der Zellen und ihrer Fortsätze sowie ihre Lagerung und Anordnung zu bestimmen, weit hinter der Golgi'schen Silberfärbung zurück.“

Seite 150 geht dann v. Kölliker auf die Ranvier'sche Ansicht ein, dass die Gliafasern des Erwachsenen keine Ausläufer der Golgi'schen Zellen, sondern entweder denselben nur angelegt oder durch das Protoplasma derselben hindurchziehend sind, und kommt dann auf Grund seiner Zupfpräparate zu folgendem Schluss Seite 148:

„Was meine Erfahrungen über diesen Punkt betrifft, so bemerke ich, dass diese scheinbaren Zellenreste ihre wirkliche Natur dadurch deutlich zur Schau tragen, dass sie in allen Grössen keineswegs verkümmert und in der mannigfachsten Weise mit kurzen Zacken oder breiteren platten Fortsätzen versehen, vorkommen, sodass klar ersichtlich wird, dass es sich nicht um verkümmerte Zellen oder Zellreste handelt. Ferner muss ich sagen, dass solche freien Zellenkörper doch zu häufig und mit zu bestimmten Formen sich finden, als dass man sie nur für zufällig abgelöste Bestandtheile der Golgi'schen Zellen halten könnte und hat mir die Erwägung dieser Verhältnisse die Möglichkeit nahe gelegt, dass die Golgi'schen Zellen doch vielleicht nicht ganz richtig aufgefasst werden, wenn man sie einfach als sternförmige Zellen auffasst. Eine Prüfung vieler Golgi'schen Zellen ergiebt, dass dieselben sehr häufig wie aus zwei Theilen bestehen, einem Zellkörper und einer demselben einseitig ansitzenden Platte, von welcher die Ausläufer abgehen.“

„Gestützt auf diese Thatsachen, möchte ich nun die Hypothese aufstellen, dass die Golgi'schen Zellen aus einem Theil ihres Protoplasmas einseitig eine mit Ausläufern versehene Platte erzeugen, welche anfänglich und so lange die Ausläufer noch sich verlängern,

mit dem kernhaltigen Theil des Zellprotoplasma innig und unmittelbar zusammenhängt, später jedoch in vielen Fällen eine andere Dichtigkeit und vielleicht auch eine etwas abweichende chemische Konstitution gewinnt und von diesem Zeitpunkt an unter gewissen Umständen von dem Zellkörper sich trennen lässt. So aufgefasst, würde Ranvier, wenigstens bei seiner Vergleichung der Golgi'schen Zellen mit den Müller'schen Fasern der Netzhaut Recht behalten und ebenso könnte das, was er über das Durchlaufen der Fasern durch den Zellenkörper der Gliazellen sagt, bei meiner Auffassung auch für möglich gehalten werden, obschon ich von einem solchen Durchlaufen nichts gesehen habe und in der Deutung der Bilder, die Ranvier zu dieser Aufstellung veranlassten, ganz mit Golgi übereinstimme. Ranvier ist überhaupt geneigt, die Gliafasern als viel zu selbständig aufzufassen, indem er freie Enden derselben leugnet und dieselben für unmessbar lang erachtet. Jedes Golgi'sche Präparat zeigt jedoch, wie ungenügend diese Anschauung ist und finden sich ja an solchen Enden der Golgi'schen Zellen z. Th. ganz frei, z. Th. in grosser Anzahl an Blutgefässen.“

Man sieht, dass trotz aller Einwände, die v. Kölliker, auf Grund der Golgi'schen Präparate, der Ranvier'schen Ansicht macht, er doch nicht umhin kann, auf Grund seiner Zupfpräparate im Grossen und Ganzen der Ranvier'schen Fibrillentheorie Recht zu geben. Diese Ranvier'sche Theorie deckt sich aber im Wesentlichen ohne Zweifel mit der Weigert'schen Ansicht, so dass also v. Kölliker sowohl als Anhänger der v. Lenhossék'schen Partei, als auch der Weigert'schen angesehen werden kann.

Die dritte Auffassung v. Kölliker's glaube ich aus seinen Abbildungen entnehmen zu müssen, die er auf Seite 152 bei Besprechung der Vertheilung und Anordnung der Neuroglia im Marke giebt. Es handelt sich um einen Längsschnitt aus dem Mark des Ochsen (Müller'sche Flüssigkeit und Karmin). Von Kölliker legt augenscheinlich auf diese Figur 419, die nicht schematisirt ist, besonderes Gewicht. Das Präparat ist bei starker Vergrösserung gezeichnet.

Von Kölliker sagt:

„Durch die Verpflechtung der longitudinalen, queren und schiefen Ausläufer der Golgi'schen Zellen entsteht nun durch die ganze weisse Substanz ein Flechtwerk ähnlich dem Neuropilema von His von einer solchen Dichtigkeit und Verwirrung, dass es ungemein schwer hält ein Bild daneben zu geben.“

Ich sehe in der Abbildung zunächst einige Dutzend Zellen

mit verschiedenen starken Ausläufern, die am Zellkörper breit beginnen und sich theilweise theilend immer dünner werden. Der Verlauf dieser Ausläufer ist hauptsächlich ein schräg nach oben und unten gehender, die senkrechte und horizontale Richtung ist entschieden seltener. Ausserdem findet sich aber ein kolossales Gewirr von longitudinal und horizontal verlaufenden feinen Fäserchen, die offenbar mit den Zellkörpern nichts zu thun haben, denn, wäre dies der Fall, so müssten, wie v. Lenhossék sehr richtig von seinen Golgi-Bildern bemerkt, die Fasern der Langstrahlen“ natürlich am dichtesten unmittelbar am Zellkörper stehen, hier drängen sie sich häufig so stark zusammen, dass sie die Konturen des Zellkörpers ganz verdecken.

In der v. Kölliker'schen Abbildung ist aber gerade das Gegentheil der Fall: die Fasern sind am dichtesten in einiger Entfernung vom Zellkörper. Ich schliesse, wie ich glaube mit Recht, dass diese v. Kölliker'sche Abbildung beweist, dass in der weissen Substanz des Marks zahlreiche Zellen mit Ausläufern, aber noch viel mehr freie Fasern vorkommen, die nicht mehr mit den Zellen in Verbindung zu bringen sind und die die Hauptmasse des Stützgeruchs ausmachen. Von Kölliker's Ansicht dürfte nach alledem dahin gehen, die v. Lenhossék'sche und Weigert'sche Meinung zu combiniren, wenn er es auch nirgends so deutlich und unbedingt ausspricht, wie ich es hier aufgefasst habe.

Nach den obigen Citaten könnte beim Lesen der Glauben erweckt werden, dass v. Lenhossék und Weigert in ihren Schriften zwei unversöhnliche Gegensätze darstellten. Das ist aber keineswegs der Fall. Im Gegentheil bekommt man den Eindruck, als ob beide Forscher, wenn auch mit Wahrung ihrer gewonnenen Resultate, doch gern bereit sind, sich allerhand Concessionen zu machen und ihre Resultate, so gut es geht, in Uebereinstimmung zu bringen.

Dies Bestreben hat für mich etwas Ueberraschendes gehabt, als ich nach Einsicht der betreffenden Präparate zu der Ansicht kam, dass es sich hier offenbar um nicht zu überbrückende Gegensätze handelt, und kann ich mir diese Angelegenheit jetzt anders nicht erklären, als dass keiner der Parteiführer seiner eignen Sache so recht sicher gewesen ist.

Von Lenhossék sucht die Widersprüche zwischen seinen

und den Weigert'schen Resultaten dahin zu deuten, dass die Weigert'sche Methode eine Gliazelle komplet zu färben nicht gewachsen ist, sie färbt nur einen Theil davon, nur ihre fibrillären Anhänge, die „Gliafasern“, und man muss diese Bilder allemal in der Phantasie in dem Sinne ergänzen, dass man die gefärbten Fasern auf ungefärbt gebliebene Zellen, aus denen sie radiär hervorspriessen, zurückführt.

Weigert hebt zwar die Gegensätze seiner Methode mit den Golgi-Bildern sehr stark hervor, führt aber doch alle Fehler der Golgi'schen Methode immer auf den Umstand zurück, dass diese Methode zu launenhaft und unbeständig wirkt. Er scheint thatsächlich der Ansicht zu sein, dass wenn sich mit Chromsilber alle Gliazellen an jedem Ort und zu jeder Zeit imprägniren liessen ohne Mitfärbung von Nervenfasern und man ganz dünne Schnitte gut conservirt beobachten könnte, man im Wesentlichen dieselben Resultate wie mit seiner eigenen Methode bekommen würde; sollen doch die Weigert'schen Fibrillen durchaus identisch sein mit den Zellausläufern der Golgibilder.

Dieser Hinweis auf die herrschenden Ansichten mag genügen, um den Leser dieser kleinen Arbeit zu orientiren, wenn ich jetzt daran gehe, an der Hand einiger Zeichnungen meine eigene Auffassung auseinander zu setzen.

Ich habe das Halsmark eines 25jährigen, herkulisch gebauten Hingerichteten zum Objekt meiner Studien gemacht. Dieser Mann war durchaus normal gebaut und gesund. Es ist derselbe Mann, in dessen Hoden ich die Krystalloide in so kolossaler Anzahl in der Leydig'schen Zwischensubstanz nachweisen konnte. Jedenfalls haben wir es mit einem selten kräftig entwickelten und durchaus normalen Menschen zu thun.

Die Methode der Behandlung war folgende: Das Rückenmark wurde znnächst in grössern Stücken in eine Mischung von 4 Theilen doppeltchromsaurem Kali von 3% und 1 Theil einer 2% Lösung des käuflichen Formols gelegt (diese entspricht etwa einer 1% Formaldehydlösung). Am andern Tage wurde das Stück in 1—2 Centimeter dicke Scheiben zerlegt, aber noch einige Wochen in der Flüssigkeit belassen. Darauf kamen die Stücke in der üblichen Weise in die Höllesteinlösung und wurden dann kurz mit 95% Alkohol und Celloidin behandelt und mit dem Mikrotom geschnitten. Zunächst wurden Quer-

schnitte und dann Längsschnitte angefertigt. Beide zeigten in der weissen Substanz die Langstrahler nebst Gefässen in, wie es scheint, recht vollkommener Weise braunroth gefärbt. Fig. 1 und Fig. 2 der Tafel I zeigen die genaue Abbildung der weissen Substanz und zwar in den Seitensträngen dieses Rückenmarks. Die Langstrahler in Fig. 1 erscheinen mehr oder minder deutlich bipolar gebaut. Die Ausläufer haben hauptsächlich und vorwiegend eine longitudinale Richtung. Sie beginnen abgeplattet am Zellleib, zertheilen sich dann aber alsbald zu theilweise sehr langen, meistens unverästelt verlaufenden Fortsätzen. An einzelnen Schnitten finden sich mehr Fortsätze, die horizontal verlaufen, als die Fig. 1 es darstellt, niemals aber so, dass diese horizontale Richtung überwiegt, vielmehr sind bei weitem die meisten Fasern, nach theilweiser Umbiegung kurz nach ihrem Abgang von der Zelle, longitudinal, also parallel mit den Nervenfasern, gerichtet.

Der Querschnitt Fig. 9 bestätigt dies. Auch hier kommen an einzelnen Schnitten mehr horizontale Fasern vor, besonders auch längere, als Fig. 2 zeigt. Doch ist Fig. 2 das typische und gewöhnliche Bild. Man sieht die kurzen verzweigten Ausläufer, die eben nach ihrer Umbiegung in die verticale Richtung abgeschnitten sind. Daneben zahlreiche quer getroffene Büschel. Der Vergleich bei den Abbildungen wird, wie ich denke, das Verhältniss richtig wiedergeben.

Die Seitenstränge der anderen Seite desselben Stücks wurden dann (also nach der Silberbehandlung) entwässert, in Paraffin gebettet und in sehr feine Längs- und Querschnitte zerlegt. Die sehr feinen Schnitte wurden mit Wasser-Eiweissglycerin aufgeklebt und nun auf folgende Weise gefärbt.

Zunächst nach der M. Heidenhain'schen Hämatoxylinfärbung und dann, nach der Differenzirung, mit Eosin nachgefärbt.

In Fig. 3 ist zunächst ein Längsschnitt ohne Nachfärbung bei homogener Immersionsvergrösserung gezeichnet. Man sieht hier einige schwach gefärbte Axencylinder und Kerne und sodann die etwas schräg getroffenen Fibrillen. Von der Silberimprägnation ist hier nichts zu sehen, sie ist vollständig zerstört. Diese Fibrillen entsprechen offenbar den Weigert'schen Fibrillen genau, sind verschieden dick und verlaufen meistens senkrecht gegen die Axe der Nervenfasern, also horizontal, nur ganz

wenige verticale Fasern finden sich vor. Sehr häufig kreuzen sich diese Fibrillen. Dies alles entspricht der Darstellung und Abbildung, die Weigert Taf. I, Fig. 4 giebt. Ist die Richtung des Schnittes genau senkrecht gegen die Fibrillen geführt, so sieht man sie als feine schwarze Punkte, während man sie auf Schnitten, die parallel dem Fibrillenlauf gehen, sie quer über das Gesichtsfeld und die Nervenfasern laufen sieht.

Der Verlauf dieser Fibrillen ist also im Grossen und Ganzen grade umgekehrt wie die der Zellfortsätze in Fig. 1, die aber bei schwacher Vergrösserung gezeichnet ist.

In Fig. 4 u. Fig. 5 sind Zeichnungen von Gliazellen bei sehr starker Immersionsvergrösserung im Quer- und Längsschnitt gegeben. Hier ist das Protoplasma der Zellen mit Eosin gefärbt, die Fibrillen wieder mit M. Heidenhain'schem Hämatoxylin. Die beiden Zellen in Fig. 4 entsprechen also den Zellen der Fig. 2, aber bei sehr starker Vergrösserung. Die eine Zelle in Fig. 5 entspricht in derselben Weise den Zellen der Fig. 1.

Fig. 4 und Fig. 5 beweisen nun, dass die Gliazellen protoplasmatische Ausläufer haben, die hier aber wegen der Feinheit des Schnittes sehr bald in der Nähe des Zelleibes abgeschnitten sind. In und an diesen Ausläufern, aber auch ziemlich weit im Zelleib, sieht man die Quer-, Schräg- und Längsschnitte der Fibrillen schwarz gefärbt und deutlich differencirt. In Fig. 5 gehen nach den Seiten, also horizontal, dichtere Büschel ab, während nach oben weniger derartige Fibrillen gehen. Die meisten Fibrillen sind an diesen Dünnschnitten am und im Zelleib abgeschnitten; wo man sie weitere Strecken verfolgen kann, sieht man, dass sie, ganz wie Ranvier und Weigert das beschreiben, an oder resp. durch die Zellsubstanz ziehen. Ausserdem zeigt das Präparat der Fig. 5 noch zahlreiche ganz frei verlaufende Fibrillen, von denen hier nur einige wiedergegeben sind.

In Fig. 6 habe ich dann ein Schema der Glia nach der Golgi'schen und der M. Heidenhain'schen Färbung gegeben, das, so meine ich, das thatsächliche Verhalten der Glia darstellt und vielleicht aufklärend wirkt. Es ist diese Abbildung Fig. 6 aber doch der Natur entsprechend und nicht rein aus der Phantasie ergänzt, weil ich es im Anschluss von Präparaten gegeben habe, wo trotz der Manipulationen sich das Chromsilber erhalten und die Fibrillen ausserdem gefärbt hatten.

Es gelingt das zuweilen, doch ohne Sicherheit. Nach Anwendung der Kallius'schen Methode habe ich deshalb auch keine besseren Bilder bekommen, weil dann die Fibrillen sich nur unvollkommen färben, doch ist es sehr wohl möglich, dass man solche Doppelbilder noch sehr vollkommen herstellen kann. Man sieht dann hier, dass die Fibrillen in der Hauptsache ganz anders verlaufen, als die Fortsätze. Zuweilen gelingt es aber an den Enden der queren Fortsätze gleichsam, wie aus der Silber- röhre herauskommend ein oder mehrere, zu einem Bündel vereinigte mit Hämatoxylin geschwärzte Fibrillen, als Fortsetzungen der Fortsätze zu beobachten.

Fasse ich nun die Resultate zusammen, die ich nach diesen Methoden gewonnen, so komme ich zu folgenden Schlüssen:

Das Gerüstwerk der Stützsubstanz oder Neuroglia der weissen Substanz des Rückenmarks besteht 1) aus Zellen, 2) aus Fibrillen.

A. Die Zellen haben zahlreiche theilweise verästelte protoplasmatische Fortsätze, die zum Theil quer und schräg, hauptsächlich aber vertical nach oben und unten und parallel mit den Nerven verlaufen. Sie werden durch die Golgi'sche Methode gut dargestellt.

B. Die Fibrillen sind morphologisch, physikalisch und chemisch durchaus verschieden vom Zelleib und dessen protoplasmatischen Fortsätzen. Sie werden aber vom Protoplasma gebildet, liegen in und theilweise an ihm, haben aber im Wesentlichen beim erwachsenen Menschen eine den Protoplasmafortsätzen entgegengesetzte Richtung. Zum grossen Theil haben sich die Fibrillen, über deren Länge nichts bekannt ist, vom Zelleib emancipirt und sind ganz selbständig geworden. Ebenso giebt es aber auch Zellen, die gar nicht, oder nur mit wenigen Fibrillen in Verbindung stehen. Diese Fibrillen sind von sehr ungleicher Dicke und vielleicht ohne Anastomosen. Diese Fibrillen sind es, welche die Weigert'sche Methode so schön darstellt.

Damit dürften wir, wie ich glaube, des Räthsels Lösung haben. Von Lenhossék, mit der Golgi'schen Methode, und Weigert mit seiner Färbung haben beide im Einzelnen Recht, nur darin irren sie sich, dass ihre Resultate vergleichbar sind, und so dürfte schliesslich die dritte Partei, die von Kölliker vertritt und der ich mich hiermit aus voller Ueberzeugung anschliesse, das Richtige getroffen haben.

Schliesslich möchte ich noch darauf hinweisen, dass beim Embryo die Richtung der Fortsätze der Golgi'schen Zellen ja im Wesentlichen der Richtung der Fibrillen im fertigen Mark entspricht. Ich möchte glauben, dass hier diese Richtung bedingt wird durch die Entwicklung der Fibrillen.

Das Gesamtverhalten des fertigen Neuroglia ist dem Bindegewebe durch unsere Untersuchung in so fern ähnlich geworden, als wir auch hier Zellen und Fasern zu unterscheiden haben, die aber histogenetisch durchaus zusammengehören. Es tritt eben nur eine Emancipation der Fasern gegenüber dem Protoplasma der Mutterzelle auf. Der „Rindentheil“ der Zelle differencirt sich immer mehr, bis er dem übrig gebliebenen „Marktheil“ gegenüber eine weitgehende Selbständigkeit gewonnen hat.

R o s t o c k , Februar 1897.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel I.

- Fig. 1. Längsschnitt des Seitenstrangs des erwachsenen menschlichen Halsmarks. Formol-Kalibichromikum-Argentum nitr. Dicker Schnitt. Zeiss' Ocul. 4. Obj. CC. Tubuslänge 16. Man sieht zahlreiche meist bipolare Langstrahler, die sich braunroth gefärbt haben. Die Fortsätze verästeln sich ganz nahe dem Zelleib und nehmen hauptsächlich einen verticalen Verlauf. Viele setzen sich an die hier dunkelbraunen Blutgefässe.
- Fig. 2. Querschnitt wie Fig. 1 (vom gleichen Stück). Die Ausläufer der Zellen erscheinen hier viel kürzer, weil sie, aus der horizontalen in die verticale Richtung umbiegend, abgeschnitten sind. Zwischen ihnen sieht man zahlreiche verticale Bündel tieferer Zellen quer durchschnitten.
- Fig. 3. Sehr feiner Längsschnitt des Seitenstrangs. Formol-Kalibichromat-Argent. nitric. Färbung mit M. Heidenhain'schem

Hämatoxylin. (Dasselbe Stück wie Fig. 1 u. 2.) Apochromat Hartnack. Brennweite 2,0 mm. Comp. Ocul. 2. Man sieht einige Axencylinder und Kerne, ausserdem die Schiefschnitte zahlreicher, hauptsächlich horizontal verlaufender Fibrillen, die bei verschiedener Einstellung gezeichnet sind.

- Fig. 4. Querschnitt desselben Stückes. Vergrösserung wie bei 3. Zwei Gliazellen, deren Zelleib und Fortsätze durch Eosin hervorgehoben sind. Man sieht in ihm zahlreiche feine durch M. Heidenhain'sches Hämatoxylin gefärbte Fibrillen, auf Quer-, Längs- und Schrägschnitten. Die Axencylinder sind roth, die Markscheiden schwarz gefärbt.
- Fig. 5. Längsschnitt einer solchen Gliazelle, vom selben Stück bei gleicher Vergrösserung. Man sieht, wie aus den horizontalen Fortsätzen starke Bündel von Fibrillen abgehen. Die protoplasmatischen Fortsätze sind in Folge der grossen Feinheit des Schnitts kurz abgeschnitten. Ueber den Zellen sieht man eine Anzahl freier Fibrillen.
- Fig. 6. Schematisirte Zeichnung nach Präparaten, die mit beiden Methoden nacheinander behandelt waren. Rothbraun der Zelleib und die protoplasmatischen Fortsätze, hier hauptsächlich in verticaler Richtung verlaufend. Schwarz die Fibrillen, die horizontal sich theilweise kreuzend, entweder durch die Zelle und ihre Protoplasmafortsätze ziehen, oder ihnen anliegen, oder endlich ganz frei verlaufen.
-