

- Fig. 4. Pankreas 15 Tage nach der Unterbindung. Die Langerhans'sche Insel in der Mitte zeigt keine Veränderung. Sie hebt sich deutlich aus dem reichlich entwickelten Bindegewebe ab, in dem noch einige verschieden gut erhaltene Pankreasreste liegen. Vergrößerung 175:1.
- Fig. 5. Pankreas 40 Tage nach der Unterbindung. In der Nähe der in der Mitte gelegenen unveränderten Langerhans'schen Insel sieht man nur einzelne Reste vom Pankreas. Alles übrige ist von Bindegewebe eingenommen. Vergrößerung 175:1.
- Fig. 6. Pankreas 80 Tage nach der Unterbindung. Abgesehen von der in der Mitte gelegenen wohl erhaltenen Langerhans'schen Insel bemerkt man stark erweiterte Pankreasausführgänge mit einzelnen Becherzellen in ihren Epithelien. Hier und da liegen noch in dem derben Bindegewebe einige Pankreaszellen mit verändertem Kern und Protoplasma. Vergrößerung 175:1.
- Fig. 7. Eine Gruppe von Inselzellen. Abgesehen von den Capillarzellen mit ihrem ovalen Kern erkennt man zwei Arten Inselzellen, kleine Zellen, welche nur wenig schwach gefärbtes Protoplasma und einen runden Kern mit zerstreut in ihm liegenden Chromatinkörnchen besitzen und grössere dazwischen mit stärker tingiertem Protoplasma und einem grösseren Kern, der in der Mitte ein Kernkörperchen zeigt. Oel-Immersion $\frac{1}{12}$, Ocular II, Vergrößerung 680:1.
- Fig. 8. Zwei Zellen aus der in Figur 7 dargestellten Zellgruppe. Oel-Immersion $\frac{1}{12}$, Ocular IV, Vergrößerung 1000:1.

(Aus dem anatomisch-biologischen Institut der Universität Berlin.)

Untersuchungen über die menschliche Neuroglia.

Von

Dr. **J. A. Aguerre.**

Hierzu Tafel XXII.

Wenn auch in Bezug auf den feineren Bau des Nervensystems gerade in neuester Zeit die Anschauungen der Autoren recht erheblich differiren, — es sei nur an die Arbeiten von

Apathy (2), Bethe (4) und anderen erinnert, so bestehen doch die grössten Differenzen gerade hinsichtlich des Baues der Stützsubstanz der Centralorgane.

Auf der einen Seite finden wir die Namen von Golgi (11), Ramon y Cajal (6), Retzius (20), v. Lenhossek (14) und anderen, um nur die modernsten zu citiren, welche die Neuroglia als eine einheitliche Substanz auffassen, bestehend aus Zellen mit Ausläufern. Auf der anderen Seite treten uns entgegen die Namen von Ranvier (17) und vor allem Weigert (22). Nach ihrer Auffassung ist die Neuroglia keine streng einheitlich gebaute Substanz, sondern besteht aus Zellen und Fasern, welche beide bis zu einem gewissen Grade von einander unabhängig sind.

Es lässt sich also, wenn wir diese beiden Anschauungen vergleichen, eine gewisse Parallele ziehen zwischen den Theorien über den Bau der nervösen Substanz und der Stützsubstanz der Centralorgane.

Mit der Lehre von der Untheilbarkeit des „Neurons“ können wir vergleichen die Theorie, welche in Bezug auf den Bau der Neuroglia die „Astrocyten“ als Elemente annimmt. Ebenso wie sich das gesammte Nervensystem zusammensetzt aus den einzelnen Neuronen, die den ganzen Körper durchsetzen, sich gegenseitig aufs engste verschlingen und verflechten, ohne doch jemals ihre Selbständigkeit aufzugeben, so baut sich auch die Stützsubstanz auf aus den einzelnen Astrocyten, die durch die complicirte Art ihrer Anordnung und das enge Aneinanderlagern jenes merkwürdige Neuroglianetzwerk erzeugen. Wie das Neuron, ganz allgemein gesagt, aus einer Nervenzelle mit ihren Ausläufern, Dendriten und Neurit besteht, so ist der Astrocyt eine Zelle mit Ausläufern, Gliafasern. Während sich aber die Ausläufer der Nervenzelle in den meisten Fällen sehr stark verästeln, kommt das bei den Ausläufern der Gliazellen nur in sehr beschränktem Maasse vor.

Mit dieser einfachen und bequemen Auffassung vom Baue des Nervensystems lassen sich nun aber die neuesten Erfahrungen und Resultate zahlreicher Autoren nicht mehr recht vereinigen.

Aus dem einheitlichen Begriff Neuron und Astrocyt sind als Spaltungsprodukte einerseits Nervenzelle und Nervenfibrille, andererseits Gliazelle und Gliafaser hervorgegangen.

Was das Nervengewebe anbelangt, so sind in der letzten

Zeit die alten Angaben von Remak (21), Frommann (10), Arnold (3), Schultze (19) und anderen in lebhafter Weise durch Dogiel (8), Apathy (2) und Bethe (4) vertheidigt und ergänzt worden. Für diese Autoren stellen die Fibrillen, die im entwickelten Organismus ganz selbständig sind, den wesentlichsten und wichtigsten Bestandtheil des Nervengewebes dar.

Hinsichtlich der Neuroglia war Ranvier (17) der erste, der gegen den, vor allem von Deiters (7), Frommann und Golgi aufgestellten, respective vertheidigten Begriff der Astrocyten sich erhoben hat. Mittelst seiner Pikrokarminfärbung findet der berühmte französische Forscher, dass die Neuroglia des Rückenmarkes in fertigem Zustand aus Fasern und fortsatzlosen Zellen zusammengesetzt ist. Diese beiden Bestandtheile sind von einander ganz unabhängig. Während des embryonalen Lebens aber lässt sich eine solche Unabhängigkeit nicht erkennen: in dieser Periode kann man von wirklichen Astrocyten sprechen wie sie, nach Ranvier's Anschauung, auch im Gehirn des Erwachsenen sich finden sollten.

Diese Ranvier'sche Lehre wurde jedoch völlig in den Hintergrund gedrängt, ja gerieth sogar in Vergessenheit, als die Golgi-Methode in den achtziger Jahren des vorigen Jahrhunderts ihren Siegeslauf durch die wissenschaftliche Welt begann. Sie wäre wohl auch ganz vergessen worden, wenn nicht in der neuesten Zeit ein Mann, dem die histologische Technik wohl ihre grössten Fortschritte verdankt, Carl Weigert, sie wieder hervorgeholt und in ihrem ganzen Werthe anerkannt und gewürdigt hätte. An die Stelle der unsicheren Pikrokarminfärbung setzte er sein neues Gliafärbungsverfahren, das Resultat langjähriger, geduldiger Arbeit, ein Verfahren, welches uns gestattet, mit fast absoluter Sicherheit jede Gliafaser an jeder Stelle der Centralorgane darzustellen. Für ihn sind die Fasern der wichtigste Bestandtheil des Gliagewebes und er ist auf das Nachdrücklichste dafür eingetreten, zuerst in seiner vorläufigen Mittheilung über die Resultate seiner neuen Färbung und später im Jahre 1895 in seiner Monographie „Beiträge zur Kenntniss der normalen menschlichen Neuroglia.“ In der letzteren hat er seine Anschauungen auf das klarste und prägnanteste in den folgenden Sätzen niedergelegt.

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 diesen 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 Zellkernes.

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 jeder einzeln von dem Zelleibe ihren Ursprung nehmen würden. Mit einem Worte: Es handelt sich hier garnicht um Fortsätze oder Ausläufer von Zellen, sondern von Fasern, die vom Protoplasma vollkommen differenziert sind.“

Wenn diese Schlusssätze auch bis jetzt noch keine einstimmige Annahme gefunden haben, indem von gegnerischer Seite die Methode als eine unvollkommene hingestellt wird, so haben sie doch einen festen Stützpunkt für die Ranvier'schen Ideen geliefert und wir verdanken ihnen, dass die selbständigen Gliafasern auch selbst bei manchen Gegnern Anerkennung gefunden und sich das Bürgerrecht in der Histologie des Nervensystems erworben haben.

Wenn wir zur Betrachtung der Anschauungen der neueren Autoren nach Erscheinen der Weigert'schen Arbeit übergehen, so finden wir nämlich, dass die meisten derselben einen vermittelnden Standpunkt einnehmen. So spricht Kölliker (12) von selbständigen Fasern, nicht aber als von einem einzigen und wichtigsten Bestandtheil der Neuroglia, sondern nur als von einem Partner der Astrocyten. Reinke (18) stimmt in einer kritischen Arbeit, in welcher er den jetzigen Zustand der Neuroglia-Frage genau beleuchtet, mit Kölliker überein, und stützt seine Betrachtungen durch eigene Untersuchungen am menschlichen Rückenmark:

Hat nun dieser kluge Eklektismus alle Ansichten befriedigt, alle Resultate vereinigt?

Ein englischer Autor, Eurich (9), hat sich in seinen

ausführlichen „Studies on the Neuroglia“ in lebhafter Weise im Sinne Weigerts ausgesprochen.

Ebenso nimmt Brodmann (5) in seinen Untersuchungen über die pathologischen Veränderungen des Gliagewebes entschieden für Weigert Stellung.

Dagegen kommt E. Müller (15) auf die Golgi'schen Ideen in seinen Studien über den Bau der Neuroglia bei niederen Vertebraten zurück, trotzdem, nach unserer Meinung, einige seiner Abbildungen auch als Stütze für die Weigert'sche Theorie verwendet werden könnten.

Neulich hat R. Krause (13) die Neuroglia des Affen untersucht und schliesst sich dabei im Wesentlichen auch an Ranvier-Weigert an.

Es ist also bis jetzt durchaus noch keine Uebereinstimmung erzielt worden. Der Grund hierfür kann nur in der Verschiedenheit der technischen Methoden gefunden werden, welche die einzelnen Untersucher angewandt haben. Denn wir sehen, dass diejenigen Autoren, welche wesentlich mit der Golgi-Methode gearbeitet haben, mit einer Ausnahme, auch den Golgi'schen Anschauungen huldigen, das sind Kölliker, v. Lenhossek, Reinke u. s. w. Andererseits stimmen diejenigen, welche wirklich mit Erfolg mit der Weigert'schen Methode gearbeitet haben, auch in der Theorie mit Weigert überein, das sind Eurich, Brodmann, Pollak (16) und Krause. Auf E. Müller und seine Technik soll später eingegangen werden.

Von den zahlreichen Autoren, die die Glia-Frage mit der Golgi-Methode studirt haben, stimmt nur einer, Lloyd Andriezen (1), mit Golgi nicht überein, denn er behauptet, dass man bei Anwendung vorzüglicher Linsen und geeigneter Beleuchtung leicht sich überzeugen kann, dass der Leib der Zellen durch Fasern, die sich in verschiedener Richtung treffen und kreuzen, zusammengesetzt wird.

Das Weigert'sche Gliafärbungs-Verfahren stellt in viel prägnanterer Weise diese Fasern dar; auch sind gleichzeitig die Gliakerne sehr gut zu sehen. Ungeachtet der Angriffe verschiedener Autoren ist heutzutage dieses Verfahren, wenn es auch gewisser Nachtheile nicht entbehrt, doch das einzige, welches mit Erfolg zur Lösung der Neurogliafrage benutzt werden kann. Sein wichtiger Vortheil besteht zweifellos in seiner Electivität.

Wenn auch die Gliaelemente durchaus nicht die einzigen sind, welche durch die Methode dargestellt werden, so werden sie doch in einer von den anderen so sehr verschiedenen Nüance gefärbt, dass sie immer ohne jeden Zweifel als Gliaelemente erkannt werden müssen. Ferner giebt uns das Verfahren ein ganzes Bild des Gewebes, d. h. es wird bei richtiger Anwendung der Methode jede einzelne Gliafaser mit Sicherheit gefärbt, und das ist ein wichtiger, ja unschätzbbarer Vorzug der Methode.

Da das Protoplasma der Zellen durch die Methode ungefärbt bleibt, wollten mehrere Forscher sie als ungeeignet zum Zwecke der richtigen Gliadarstellung erklären. Diese Eigenthümlichkeit aber, die ja ohne Zweifel ein Nachtheil ist, hat Weigert dazu geführt, den ersten seiner Schlusssätze aufzustellen, der von dem chemischen Unterschied zwischen Protoplasma und Gliafasern handelt, und mit welchem fast alle, selbst einzelne Gegner, übereinstimmen. In manchen Fällen gelingt es jedoch, wie schon Krause angegeben hat, mittelst der Methode auch den Zellleib zu färben und das Durchtreten der Fasern durch ihn zu beobachten.

Ein anderer Nachtheil der Methode soll darin begründet sein, dass sie nur an frischem Material von erwachsenen Menschen mit Erfolg anwendbar ist. Bekanntlich ist Weigert seine Färbungsmethode am thierischen Material niemals recht gelungen. Es scheint aber, dass dieser Nachtheil nicht so schwerwiegend ist. Zuerst ist es R. Krause gelungen, die Glia des Affenrückenmarks in befriedigender Weise darzustellen. Ferner haben wir gute Erfolge bei Halb-Affen erzielt, mittels Weigert'scher Färbung, wie später an anderer Stelle mitgetheilt werden soll.

Man muss natürlich in der Behandlung solchen Materials sehr vorsichtig sein und für jede einzelne Thierspecies die einzelnen Prozeduren des Verfahrens modificiren. Die Nachtheile dieser Methode sind also nicht so zahlreiche wie man Anfangs geglaubt hat.

Wie anders dagegen die Golgi'sche Methode!

Vor allem ist sie ganz unfähig, auch nur die geringste Auskunft zu geben über einen sehr wichtigen Punkt, eine Auskunft, die jede vollkommene Methode mehr oder weniger geben muss, die Chemie des Gewebes.

Es handelt sich ferner hier um eine Imprägnationsmethode,

d. h. die Elemente, die durch diese Methode dargestellt werden, sind mit einem braunen Niederschlag durchtränkt und überdeckt, der garnicht geeignet ist, uns irgend welche Details in der Structur erkennen zu lassen. Während eine gute Färbungsmethode eine Photographie der Gewebsstructur geben soll, zeigt die Golgi-Methode nur eine Silhouette. Es kann gar keine Rede davon sein, durch die Anwendung dieser Methode über den Bau des Kernes, des Chromatins, der Fibrillen etwas zu erfahren.

Ein weiterer, ja genügsam bekannter Nachtheil der Methode ist ihre Launenhaftigkeit, mit der sie das eine Mal Nervenelemente, das nächste Mal Gliaelemente, ein anderes Mal beide zusammen und in vielen Fällen nichts imprägnirt.

Ein grosser, unleugbarer Vorthail der Methode wird in unserem Falle direkt zum Nachtheil. Es werden bekanntlich mittels der Golgi-Methode immer nur relativ wenige der vorhandenen Elemente dargestellt, hier aber ist es strengstens nothwendig, ein vollständiges Bild des Gewebes vor uns zu haben, um die richtige Vertheilung, die sicherlich mit der Funktion in inniger Beziehung steht, zu erkennen.

Schliesslich wäre noch als letzter Nachtheil anzuführen, dass jene Methode hauptsächlich an jugendlichem oder embryonalem Material gelingt, wie denn auch die Angaben der meisten Forscher sich auf solche beziehen.

Was nun die von E. Müller geübte Methode anlangt, so kann sie für uns hier gar nicht weiter in Betracht kommen, da sie eine nur für die niedersten Wirbelthierordnungen in Betracht kommende Anwendungsfähigkeit besitzt. Sie besteht in einer der Golgi'schen ähnlichen Fixation mit späterer Heidenhain'scher Färbung.

Aus allen diesen Gründen haben wir uns bei unseren Untersuchungen an die Weigert'sche Gliafärbungs-Methode gehalten.

Das Material bestand aus einem zwei Stunden post mortem herausgenommenen Rückenmark einer 61jährigen Frau, welche einer Pneumonie erlegen war, und, soweit die Anamnese darüber Auskunft gab, niemals Symptome einer Erkrankung der Centralorgane gezeigt hatte. Um die Stücke, die später in das Kupferacetochromalaun-Bad gelangen sollten, 5 mm dünn ohne sie dabei zu quetschen, schneiden zu können, haben wir zuerst das

ganze Rückenmark in 10% Formalinlösung 4 Tage lang verweilen lassen.

Nachdem dann das Rückenmark in Scheiben von der angegebenen Dicke zerlegt worden war, blieben jene, in genauer Reihenfolge orientirt, acht Tage lang in der Beizflüssigkeit bei Brutofentemperatur und wurden in bekannter Weise durch die Alkoholreihe hindurch in Celloidin eingebettet. Es wurden dann später sowohl Längs- als Horizontalschnitte angefertigt und zwar in einer Dicke von 20 μ . Sind die Schnitte dicker, so verliert das Bild viel von seiner Klarheit und Schönheit. Nebenbei sei bemerkt, dass nur ein Theil des Materials in dieser Weise bearbeitet wurde, der andere diente zur Herstellung von Markscheiden- und Zellpräparaten.

Was die Dauer der Einwirkung der Chromogenlösung betrifft, so haben wir Schnitte 1—15 Tage lang in derselben belassen. Die besten Resultate erzielt man durch 2- bis 8tägiges Verweilen in der reinen 5% Chromogenlösung. Eine längere als 8tägige Einwirkung des Chromogens macht die Präparate zu dunkel, eine kürzere als 2tägige hebt die Contrast-Färbung nicht genug hervor und ausserdem fällt dann die Färbung nicht so vollständig aus.

Was die Färbung mit der alkoholischen Methylviolettlösung anlangt, so haben wir die Schnitte verschieden behandelt. Diejenigen, die kurze Zeit auf dem Objektträger, wie Weigert empfiehlt, gefärbt waren, erschienen durch Verdampfen des Alkohols manchmal mit Farbstoff-Niederschlägen verunreinigt; auch war die Färbung darin nicht kräftig genug. Am meisten empfehlen wir mit Krause, die Schnitte $\frac{1}{2}$ bis 2 Stunden in gut zugedeckten Schälchen mit Farbflüssigkeit verweilen zu lassen. Man erreicht so, dass selbst die zartesten Gliafäserchen gut und distinct gefärbt werden.

Nachdem die Schnitte in der Farbstofflösung lange genug geblieben sind, spülen wir sie sehr rasch — und darauf möchten wir besonders aufmerksam machen — in physiologischer Kochsalzlösung ab und giessen gleich über den auf den Objektträger übertragenen Schnitt die Weigert'sche Jodjodkaliumlösung. Dieselbe darf nur sehr kurze Zeit einwirken, höchstens 3—5 Sekunden, bei längerer Einwirkung wird die Färbung wesentlich beeinträchtigt. Aehnliches fand auch Krause für die Glia des Affen-

rückenmarks; hier soll die Jodwirkung nicht länger als eine Sekunde dauern. Was die Halb-Affen-Glia anlangt, so halten wir diese gesättigte Jodlösung in 5% Jodkalium als viel zu stark. Dagegen haben wir die gewöhnliche, bakteriologischen Zwecken dienende Lugol'sche Lösung sehr geeignet gefunden; auch mit dieser darf die Procedur nicht länger als einige Secunden dauern. Man sieht also, dass je tiefer wir in der Thierreihe hinabsteigen, desto empfindlicher die Neuroglia gegen die Jodeinwirkung ist.

In Bezug auf das Abtrocknen der Schnitte mittelst Fliesspapier finden wir, dass das Weigert'sche Verfahren, die Schnitte auf dem Objektträger zu trocknen, etwas gefährlich ist. Es gelingt nicht immer, die Jodniederschläge oder die Wassertropfchen, die zwischen der Unterfläche des Schnittes und dem Objektträger bleiben, zu entfernen. Bessere Resultate erzielt man, wenn die Schnitte zwischen zwei oder mehr Blättern eines glatten, nicht körnigen Fliesspapiers abgetrocknet werden.

Die Differenzierungsprocedur endlich muss ziemlich lange dauern, $\frac{1}{2}$ Stunde für menschliche Neuroglia.

Wurde genau in der angegebenen Weise vorgegangen, so erhielten wir immer sehr gute Resultate und hatten Misserfolge niemals zu beklagen.

Es wurden dann zahlreiche Präparate aus allen Höhen des Rückenmarks zumeist mit Zeiss homog. Imm. $\frac{1}{12}$ genau untersucht und es sollen im Folgenden die erhaltenen Resultate, so weit sie sich mehr auf die allgemeinen Verhältnisse der Neuroglia beziehen, mitgetheilt werden. Die Topographie der Glia im menschlichen Rückenmark soll einer zweiten grösseren Publikation vorbehalten bleiben.

Auf die allgemeine Frage von dem Grundbaue der Neuroglia wollen wir hier nicht näher eingehen, da unsere Präparate die Ranvier-Weigert'schen Ansichten nur genau bestätigen.

Der Punkt, auf welchen wir in der vorliegenden Mittheilung die Aufmerksamkeit vor Allem zu lenken wünschen, betrifft die Gliazelle, und in dieser Beziehung glauben wir die Weigert'schen Angaben in manchen Punkten nicht unwesentlich ergänzen zu können.

In seiner epochemachenden Arbeit über die menschliche Neuroglia werden die Gliakerne von Weigert sehr kurz ab-

gehandelt; er giebt nur an, dass man zwei Haupttypen unterscheiden müsse: „grössere bläschenförmige mit körnig aussehendem Chromatin und kleinere, in denen das Chromatin eine homogene dunkle Masse darstellt“. Während er sich sehr eingehend mit den Verhältnissen der Gliafasern beschäftigt, wird über Gestalt, Grösse und Vertheilung der Gliakerne nichts Näheres mitgetheilt. Auch bei den späteren Untersuchern vermissen wir in dieser Hinsicht genauere Daten und doch bieten uns dieselben höchst interessante und der Beschreibung würdige Verhältnisse dar.

Gestalt und Grösse der Gliakerne sind ausserordentlich wechselnd und grossen Schwankungen unterworfen. Neben der gewöhnlichen ovalen und runden Form, die alle Autoren erwähnen, finden wir in unseren Präparaten eine grosse Anzahl anderer Formen. Von dieser Thatsache werden die Figuren der Taf. XXII eine bessere Vorstellung geben, als eine langathmige Beschreibung. Sie werden diesen weitgehenden Polymorphismus wohl hinlänglich illustriren. Man sieht in diesen Figuren alle möglichen Formen: Spindel-, Dreieck-, Birn-, Bohnen-, Racket-, S-, Sanduhrform u. s. w.

Es könnte vielleicht Jemand alle diese verschiedenen sonderbaren Formen als kadaveröse Veränderungen betrachten; da aber unser Material ein ganz frisches ist, so dürften solche Veränderungen von vornherein wohl ausgeschlossen sein.

Besonders zu erwähnen wären unter diesen polymorphen Kernen die sich ausserordentlich häufig findenden und in den Figuren 1, 2, 3, 4 dargestellten Formen. Hier besitzt der Kern ähnlich wie bei vielen Leucocyten eine stark gekrümmte wurstartige Form. Die Krümmung kann dabei so stark werden, dass sich die beiden Enden fast berühren und zur Bildung eines Lochkerns führen, wie wir sie vor Allem in der lymphatischen Randzone der Urodelenleber finden. Es laufen dann die Fasern durch die Einbuchtung resp. durch das Loch hindurch. Nicht selten sieht man von einem grossen unregelmässigen Kern einen Fortsatz ausgehen, der sich bald stark verdickt und nur durch einen dünnen Stiel mit dem ersten verbunden ist. Man kann sich wohl hier kaum des Gedankens erwehren, dass es sich um Abschnürungsvorgänge handelt.

Fast ohne Ausnahme gehören alle diese unregelmässigen Kerne zu den ersten der beiden Weigert'schen Haupttypen,

d. h. zu den grossen bläschenförmigen; die kleinen, dunkelen Kerne sind bedeutend spärlicher und ihre Form ist fast immer eine sehr regelmässige.

Das Chromatin dieser polymorphen Kerne ordnet sich in viele zerstreute Körnchen; sehr oft aber kann man ausserdem an den Polen der Kerne ein oder zwei Nucleolen beobachten.

Was nun die Grösse dieser Kerne anlangt, so können wir sie nach zahlreichen mühsamen Messungen vieler Horizontal- und Frontalschnitte in drei Kategorien einteilen:

1. Kleine Kerne, deren Grösse der Hälfte der Grösse eines rothen Blutkörperchens entspricht; es messen diese Kerne, die meist zu den kleinen dunkelen gehören, 3 bis 4 μ .
2. Mittलगrosse Kerne. Sie gehören zu dem bläschenförmigen Typus, halten 6 bis 8 μ im Durchmesser.
3. Grosse Kerne. Sie gehören natürlich dem flaschenförmigen Typus an und können eine Grösse bis zu 14 μ erreichen.

Diese durch ihre Gestalt und Grösse verschiedenen Kerne vertheilen sich nicht regellos in den einzelnen Theilen des Rückenmarkquerschnitts.

Im Allgemeinen können wir sagen, dass die Anzahl der Kerne in umgekehrtem Verhältniss steht zu der Anzahl der Fasern. So finden wir die Kerne sehr spärlich in der Gliahülle, die bekanntlich aus sehr zahlreichen in verschiedenen Richtungen verlaufenden Fasern sich zusammensetzt. Ebenso ist die Eintrittsstelle der hinteren Wurzel, die durch die ungeheuere Anzahl der Gliafasern, die die Wurzel begleiten, auffällt, relativ arm an Gliakernen. Auch in dem Septum intermedium posterius finden wir nur spärliche Kerne, obwohl es noch reicher an Gliafasern ist, als die eigentliche Gliahülle. Sehr arm an Gliakernen sind die Stammfortsätze und jene kleinen Septa, die die Nervenfaserbündel der weissen Substanz von einander trennen.

Auch in manchen Theilen der grauen Substanz des Rückenmarkes finden wir das oben erwähnte Verhältniss zwischen Gliakernen und Gliafasern.

Es ist ja bekannt, und die Längsschnitte sind sehr geeignet, diese Thatsache zu demonstrieren, dass in der hinteren Commissur sowie um den Centralkanal herum die Anzahl der Gliafasern eine enorm grosse ist; in Rücksicht darauf ist auch

hier die Zahl der Kerne eine verschwindend kleine. Die Substantia gelatinosa Rolandi, durch die nur spärliche Gliafasern hindurchziehen, ist besonders arm an Gliakernen.

Ausserordentlich reich an Gliakernen sind im Gegensatz hierzu die Hörner der grauen Substanz; doch erreicht die Zahl der Kerne nie die der Fasern. An diesen Stellen lässt sich nun auch der oben erwähnte Polymorphismus der Kerne am besten erkennen. Man findet hier Gliakerne, die durch ihre Grösse auffallen, so dass man wohl hier von Riesenkernen sprechen könnte. Kerne von $16\ \mu$ und darüber sind nichts seltenes. Eine Verwechslung von Nervenzellen lässt sich dabei auf das Bestimmteste ausschliessen.

Auch auf die Gestalt der Kerne müssen wir etwas näher eingehen. Neben den oben beschriebenen Formen findet man hier viele grosse Kerne, deren Körper durch tiefe Einschnürungen zerklüftet sind. Es dürfte wohl keinem Zweifel unterliegen, dass es sich hier um directe amitotische Theilung oder Fragmentirung handelt. Die meisten dieser zerklüfteten Gliakerne (Fig. 5, 6, 7, 8) liegen zu Gruppen von zwei, drei oder mehr dicht zusammen und zwar wesentlich um Gruppen von Nervenzellen herum und vor allem an dem Grenzgebiet der grauen Substanz gegen die weisse hin. Hier liegen zwei oder drei helle Kerne dicht aneinander und nur durch Fasern von verschiedener Dicke, die in allen Richtungen verlaufen, getrennt (Fig. 5, 6, 7, 8). Diese Fasern erreichen hier manchmal eine grosse Dicke, so dass sie mit solchen polymorphen Kernen oder Kerngruppen zusammen höchst sonderbare Gebilde darstellen.

Die Fig. 9 zeigt eins dieser Gebilde, das wir in dem Vorderhorn eines Schnittes des Halsmarks gefunden haben. Dicht an einem $12\ \mu$ grossen sichelförmigen Kern laufen zahlreiche Fasern, deren einige eine Dicke von $1,4\ \mu$ erreichen. Sie liegen so dicht am Kern, laufen sogar theilweise durch die Sichelöffnung hindurch, dass sie zu dem Kern zugehörig betrachtet werden müssen. Dass sie jedoch selbständige Elemente sind und nirgends mit dem Zellleib in Verbindung stehen, also keine Zellausläufer sind, kann man durch sorgfältige Beobachtung auf das Bestimmteste erkennen.

Die Fig. 10 stellt ein ähnliches Gebilde aus dem Hinterhorn eines anderen Schnittes dar. An Stelle eines einzigen

Kerns finden wir hier zwei grosse, helle Kerne, die von einer homogenen, dunklen protoplasmatischen Masse umgeben sind. Theilweise umgiebt die letztere einige der dicken Fasern, die dicht an den Kernen vorbei laufen, sodass man vielleicht glauben könnte, dass das Protoplasma allmählich sich in diesen Fasern fortsetzt. Eine genauere Untersuchung zeigt aber, dass hier auch die Fasern, die viel stärker gefärbt sind, durchaus keine protoplasmatischen Ausläufer sind. Auch hier sind die Fasern vom Zelleib völlig differenzirt und heben sich mit grösster Deutlichkeit von demselben ab.

Die beiden zuletzt beschriebenen Gebilde müssen jedenfalls den „Monstrezellen“ Weigert's entsprechen. Niemand wird daran zweifeln, dass die Golgi'sche Methode diese Gebilde als „Monstreastrocyten“ dargestellt hätte.

Zu derselben Kategorie werden auch die Zellen gehören, die neulich Brodmann in seiner Mittheilung über einen Fall von Thalamus-Gliom beschrieben hat.

Im Brodmann'schen Falle aber zeigte sich keine Differenzirung zwischen Zelleib und Fasern, so dass der Autor glaubte, hier mittelst der Weigert'schen Methode echte Astrocyten nachgewiesen zu haben. Und da diese Zellen sich vor allem in der Wachstumszone des Tumors fanden, so hält sie der Autor für Bildungszellen der Gliafasern. Leider sind der Arbeit keine Abbildungen beigegeben, so dass ein Vergleich mit unseren Resultaten schwer möglich ist.

Handelt es sich nun wirklich hier um Bildungszellen, gleichsam um embryonale Gliazellen?

Wir glauben für unseren Fall diese Frage verneinen zu müssen und zwar aus folgenden Gründen:

Bei den von uns beschriebenen Zellen waren einmal immer, wie gesagt, Zelleib und Faser deutlich von einander zu unterscheiden. Man könnte ja nun sagen, es handelt sich hier um schon weiter entwickelte Zellen. Das scheint uns unwahrscheinlich, denn es hätten sich dann auch wohl frühere Stadien finden müssen, und das ist uns niemals gelungen. Ausserdem spricht aber ein anderer Umstand direct dagegen. In unserem Fall war eine von unten nach oben fortschreitende Obliteration des Centralkanals vorhanden, die ohne jeden Zweifel doch auf eine Wucherung der Gliaclemente der Substantia gelatinosa centralis be-

ruht. Es hätten sich also hier solche Zellen in grosser Anzahl finden müssen. Das war aber durchaus nicht der Fall. Hier waren überall die Fasern absolut distinct gefärbt ohne irgend welche Mitfärbung des Protoplasmas. Die beschriebenen Elemente fanden sich immer nur in grosser Entfernung vom Centralkanal. Sollte es sich in dem Brodmann'schen Falle nicht vielmehr nur um eine ungenügende Differenzirung handeln?

Wir glauben annehmen zu müssen, dass es sich hier um eine besondere Species von mehrkernigen Gliazellen handelt, wie sie ähnlich für das Rückenmark der Affen von Krause beschrieben worden sind, Zellen, die in der glücklichsten Weise die Anschauung von Ranvier und Weigert über den Grundbau des Gliagewebes bestätigen.

Eine andere Frage von Bedeutung ist die, ob es sich in den von uns beschriebenen Fällen um mehrkernige Gliazellen handelt oder ob sich hier nicht vielmehr mehrere einkernige Gliazellen an einander gelagert haben. Für die Existenz mehrkerniger Gliazellen bei den Affen hat sich schon Krause ausgesprochen und wir haben die letzteren auch bei den Halbaffen beobachtet und glauben, dass dieselben constante Bildungen in der Neuroglia der höheren Thiere darstellen. In dem Falle, der der Fig. 10 zu Grunde liegt, wo also der Zelleib selbst gefärbt ist, kann es gar keinem Zweifel unterliegen, dass es sich um eine mehrkernige Gliazelle handelt. Wir glauben aber auch, dass in den Fällen, wo mehrere Kerne zusammenliegen, ohne dass das Protoplasma mitgefärbt ist, es sich um mehrkernige Zellen handelt. Das lässt sich aus der gegenseitigen Lagerung der Kerne und dem Verhältniss der Fasern zu ihnen schliessen.

Was sollen nun diese mehrkernigen Gliazellen bedeuten? Alles, was wir beobachtet haben, weist darauf hin, dass wir es hier mit Theilungs- resp. Vermehrungsprocessen der Gliazellen zu thun haben. Und dieser Umstand wiederum lässt schliessen, dass der Neuroglia doch wohl eine etwas aktivere Rolle zukommt, dass es sich doch um mehr als eine reine Stütz- und Füllsubstanz oder Isolirmittel handelt. Dafür sprechen ja auch zahlreiche andere Beobachtungen, von denen hier nur die erwähnt sei, dass die Glia da, wo sie am meisten isolirend wirken müsste, nur sehr spärlich vorhanden ist. Uns scheinen die Anschauungen, die kürzlich R. Krause entwickelt hat, sehr plausibel und mit den physio-

logischen Verhältnissen mehr im Einklang. Danach hat die Neuroglia neben ihrer Bedeutung als Stützsubstanz noch die Aufgabe, die Circulation der Lymphe innerhalb des Rückenmarks, das bekanntlich der Lymphgefäße entbehrt, zu ermöglichen. Hierzu ist sie ja durch ihren Bau auch hervorragend geeignet. Der Lymphtransport würde dann durch die Saugwirkung der Substantia gelatinosa centralis resp. durch eine Art von Secretionsthätigkeit der Ependymzellen erfolgen. Hoffentlich gelingt es in nicht allzuferner Zeit die Richtigkeit dieser Theorie, welche die meisten Thatsachen in befriedigender Weise erklärt, auch auf experimentellem Wege zu beweisen.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, Herrn Geh. Rat Prof. O. Hertwig für das Wohlwollen und das Interesse, das er stets unseren Arbeiten entgegengebracht hat, ebenso dem Prosektor des Instituts, Herrn Privatdozent Dr. R. Krause, der so freundlich war, mir das kostbare Material zu überlassen und mich stets mit Rath und That zu unterstützen, meinen besten Dank auszusprechen.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XXII.

Sämmtliche Figuren wurden von mir mittelst Zeiss homog. Imm. $\frac{1}{12}$ mit dem Leitz'schen Zeichen-Ocul. 2 entworfen. Tubuslänge 1,60 mm. Projection auf den Arbeitstisch.

Fig. 1, 2, 3, 4. Stark gekrümmte wurstartige Kerne.

Fig. 5, 6. Zweikernige Zellen im Hinterhorn eines Brustmark-Schnitts.

Fig. 7, 8. Dreikernige Zellen.

Fig. 9. Sichelförmiger grosser Kern, mit dicken vorbeilaufenden Fasern. Vorderhorn eines Halsmarks-Schnitts.

Fig. 10. Zweikernige Zelle, bei der das Protoplasma mitgefärbt ist. Dicht am Kern liegen dicke Fasern, die viel stärker gefärbt sind, als die protoplasmatische Masse, so dass man ihre Unabhängigkeit von der letzten mit Sicherheit nachweisen kann. Hinterhorn eines Halsmark-Schnittes.

Literatur-Verzeichniss.

1. Andriezen, a) The Neuroglia elements in the human brain, b) On a system of fibre cells surrounding the blood vessels of the brains British med. Journ. 1893.
2. Apathy, Das leitende Element des Nervensystems und seine topographischen Beziehungen zu den Zellen. Mittheil. aus d. zool. Station in Neapel XII. 1897.
3. Arnold, J., Ein Beitrag zur feineren Struktur der Ganglienzellen. Virchow's Archiv Bd. 41.
4. Bethe, Ueber die Primitivfibrillen in den Ganglienzellen vom Menschen u. anderen Wirbelthieren. Morphol. Arbeiten VIII. 1898.
5. Brodmann, a) Ein Beitrag zur Kenntniss der chronischen Ependymsclerose. Inaugural-Dissertation. Leipzig 1898.
b) Ueber den Nachweis von Astrocyten mittelst der Weigert'schen Gliafärbung. Vortrag, gehalten am 13. Januar 1899 in der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft zu Jena.
6. Cajal, a) Algunas conjeturas sobre el mecanismo anatómico de la Ideación, asociación y atención. Madrid 1895. b) Estructura del Protoplasma nervioso, Revista trimestral micrográfica. 1896.
7. Deiters, Untersuchungen über Gehirn und Rückenmark. 1865.
8. Dogiel, a) Zur Frage über den Bau der Nervenzellen und über das Verhältniss ihres Axencylinder-(Nerven-)Fortsatzes zu den Protoplasmafortsätzen. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXXXI. 1893.
b) Zur Frage über das Verhalten der Nervenzellen zu einander. Archiv f. Anat. u. Physiolog. Anat. Abth. 1893.
9. Eurich, F. W., Studies on the Neuroglia, Annual Meeting of the British Med. Assoc. Carlisle 1896 — „The Brain“ IV. 1897.
10. Frommann, Untersuchungen über die norm. und pathologische Anatomie des Rückenmarkes. 1864.
11. Golgi, Untersuchungen über den feineren Bau des centralen und peripheren Nervensystems. Jena 1894.
12. Kölliker, Handbuch der Gewebelehre II. 1896.
13. Krause, R., Untersuchungen über die Neuroglia des Affen. Abh. der Königl. Akad. der Wissenschaften zu Berlin. Anhang 1899.
14. v. Lenhossek, Der feinere Bau des Nervensystems im Lichte neuester Forschungen. 1895.
15. Müller, E., Studien über Neuroglia. Arch. f. mikr. Anatom. und Entwicklungsgesch. Bd. LV. 1899.
16. Pollak, Bemerkungen über Neuroglia. Arch. f. mikr. Anat. 1897.
17. Ranvier, a) De la Neuroglie. Archiv de physiol. norm. et path. 1893. b) De la Neuroglie. Comptes rendus. 1892.
18. Reinke, Ueber die Neuroglia in der weissen Substanz des Rückenmarkes vom erwachsenen Menschen. Arch. f. mikrosk. Anatomie. Bd. L. 1897.

19. Remak, Observationes anatomicae et microscop. de syst. nerv. structura. 1838.
20. Retzius, Die Neuroglia des Gehirns beim Menschen und Säugthieren. Biolog. Untersuchungen. N, F, VI, VII.
21. Schultze, Allgemeines über die Strukturelemente des Nervensystems. Stricker's Handb. d. Lehre v. d. Geweben. 1871.
22. Weigert, C., a) Bemerkungen über d. Neurogliagerüst d. menschlichen Centralnervensystems. Anat. Anz. 1890. b) Zur pathologischen Histologie des Neurogliafasergerüsts. Centralblatt für allg. Pathol. und pathol. Anat. Bd. L. 1890. c) Beiträge zur Kenntniss der menschlichen Neuroglia. Arbeiten aus der Senkenberg'schen naturf. Gesellsch. Nov. 1895.

Ueber den Bau der menschlichen Hornzelle.

Von

Dr. Ludwig Merk,

Privatdozent für Dermatologie und Syphilis in Graz.

Hierzu Tafel XXIII und XXIV.

Unter Unna's Anleitung hat Rausch eine Reihe von Untersuchungen: „Tinktorielle Verschiedenheiten und Relief der Hornzellen“¹⁾ gemacht. Sein Verfahren war folgendes:

Er isolirte die Zellen durch Mazeration der Epidermis in Wasserstoffsuperoxydlösung, brachte den Hornbrei auf den Objektträger, setzte einen Tropfen Essigsäure hinzu, breitete die Zellen mit Hilfe eines anderen Objektträgers derart auseinander, dass sie schliesslich isolirt sind, oder höchstens zu zweien aneinander liegen. Nun werden die Präparate über der Flamme fixirt und sind zum Färben fertig. Letzteres wurde mit polychromer Methylenblaulösung in der Wärme durchgeführt, bis die Farblösung eben abdampft. Hierauf: Kurz in schwach angesäuertes Wasser, Abspülen mit gewöhnlichem Wasser, einprozentige Lösung

1) Monatshefte für praktische Dermatologie Bd. 24 No. 2.