Ueber die Entwicklung der Nerven aus Plasmazellen beim Frosche.

Von

Dr. **Korybutt-Daszkiewicz** aus Warschau.

Hierzu Tafel I.

Im Verlauf einer Untersuchung über die Entwicklung der peripherischen Nerven kam ich auf den Gedanken, die bei Frühlings-Fröschen eintretende Neubildung der Gewebe auch in Bezug auf die Nerven zu untersuchen.

Bereits bei den ersten, Frühjahrs-Fröschen entnommenen Objecten, bekam ich Gebilde zu Gesicht, welche mir bisher nur als embryonale Nervenfasern bekannt, und die, je weiter in den Sommer hinein, in allen Stufen der Entwicklung bis zur histologischen Reife anzutreffen waren. Einmal auf das Vorkommen dieser Neubildung von Nervenfasern aufmerksam gemacht, galt es nun festzustellen, welchen histologischen Elementen dieselbe ihre Entstehung verdanken. Nach zahlreichen Untersuchungen ist es mir gelungen, in den, zwischen den überwinternden Fasern vorkommenden Bildungs- oder Plasmazellen (Waldeyer) diejenigen Gewebelemente zu erkennen, welche der Neubildung der peripherischen Nervenfasern zu Grunde liegen. Ehe ich zur Schilderung der einschlägigen Beobachtungen übergehe, sei es mir gestattet, einige Data über die, für den vorliegenden Gegenstand so wichtigen Plasmazellen, voranzuschicken.

Diese Gebilde wurden zuerst von v. Recklinghausen¹⁾ im Omentum und der Pleura junger Kaninchen gesehen, und als grosse, eigenthümliche Bindegewebskörperchen beschrieben. Bald darauf fand Kühne²⁾ im intermuskulären Bindegewebe des Frosches Zellen, welche er als grobkörnig, im durchfallenden Lichte trübe, im auffallenden weisslich aussehend, bezeichnete und ebenfalls den Bindegewebs-elementen zuzählte; ferner wies dieser Beobachter nach, dass die körnige Beschaffenheit der Zellen nicht von Fettmoleculen herrühre, und dass ihrem Protoplasma die Contractilität abginge. In der Folge hat Cohnheim³⁾ in der Zunge des Frosches ähnliche Gebilde gesehen, deren mannigfaltige Formen ihm auffielen, und die er, ohne sie mit den Kühne'schen Zellen zu identificiren, als besondere Bindegewebs-elemente betrachtete. Rollett⁴⁾ erwähnt dieser Zellen im Unterschenkel des Frosches, und schrieb ihnen eine überwiegend längliche Form und das Bestreben zu, mit ihren spitzen Enden unmittelbar an einander zu stossen. v. Biesiadecki⁵⁾ fand sie im Unterhautzellgewebe und zwar vorherrschend im Verlauf der Blutgefässe. Nach E. Klein⁶⁾ kommen überall in den bindegewebigen Organen, wie auch in serösen Häuten, rundliche, granulirte Protoplasmaklumpen mit einem oder mehreren Kernen vor, welche, zwischen den gestreckt verlaufenden Bindegewebsbündeln der serösen Häute, eine mehr spindelförmige Form annehmen. Auch in den Scheiden der dicken Froschnerven sind sie von diesem Forscher angetroffen worden⁷⁾.

Die Mannigfaltigkeit der Form und ihres Vorkommens könnte dem Gedanken Raum geben, als seien die, von den Autoren in den verschiedenen Organen aufgefundenen Zellen heterogene Gebilde. Daher musste es als ein Fortschritt betrachtet werden, als Wal-

1) v. Recklinghausen. Ueber Eiter- und Bindegewebskörperchen. Virchow's Archiv 28. Bd.

2) Kühne. Ueber das Protoplasma. Leipzig 1864.

3) Cohnheim. Ueber das Verhalten der fixen Bindegewebszellen. Virch. Arch. 45. Bd.

4) Rollett. Stricker's Hdb. d. Gwblehre. I. Bd. S. 40.

5) v. Biesiadecki ibidem. S. 583.

6) E. Klein ibidem S. 621.

7) Derselbe. Handbook for the phys. Labor. London S. 37.

deyer¹⁾ in allen jenen Zellen dieselben Gewebelemente erkannte, ihr Vorkommen in fast allen Organen nachwies, und dieselben als Bildungszellen des Bindegewebes oder Plasmazellen in die Histologie einführte. Wichtig für die uns beschäftigende Frage ist der Umstand, dass Waldeyer unter anderem die von Sigmund Mayer²⁾ als Bildungszellen des Frosch-Sympathicus beschriebenen Gebilde, ebenfalls für Plasmazellen erklärte. Bekanntlich hat Sig. Mayer im Sympathicus und der Nebenniere des Frosches die sogenannten Zellennester beschrieben, welche in letzter Instanz von den rothen Blutkörperchen abstammen und nach der Vermuthung dieses Autors das Material für Neubildung von Nervenzellen und Fasern liefern sollen; auch sei das Auftreten dieser Zellen, *ceteris paribus*, von der Jahreszeit und vom Alter des Thieres abhängig. — Abgesehen von den vereinzeltten Berichtigungen, welche die Angaben Waldeyer's erfahren haben, können dieselben als Grundlage unserer heutigen Kenntniss dieser Gebilde betrachtet werden.

Der neueste Bearbeiter dieses Gegenstandes, Ehrlich³⁾, glaubt, indem er in dem Dahliafarbstoff ein Mittel gefunden, welches die Plasmazellen lebhaft färbt, dieselben dadurch von den anderen Zellen unterscheiden zu können. Nachdem er durch dieses Verfahren die Anwesenheit der Plasmazellen in fast allen Organen mit Ausnahme der Nebenniere und des Hodens (gegen Waldeyer) constatirt, theilt er sie ihrer Form nach in zwei Gruppen, polyedrische und Spindelzellen, wobei er, die letzteren betreffend, hervorhebt, dass die längeren Spindelzellen eine Neigung mit einander zu verschmelzen zeigten, wodurch ausserordentlich lange Gebilde mit mehreren Kernen entstanden, die sich meist dem Verlauf der Capillaren anschlossen.

Aus dem Vorhergehenden wird ersichtlich, dass, abgesehen von einzelnen noch zweifelhaften Erscheinungsarten, die Plasmazellen in ihren prägnanten Formen als ein Gewebeelement *sui generis* aufzufassen sind, deren Abstammung allerdings noch un-
aufgeklärt bleibt, was um so mehr zu bedauern ist, als ja ihre

1) Waldeyer. Ueber Bindegewebszellen. Dieses Archiv XI. Bd.

2) Sigmund Mayer. Beobachtungen und Reflexionen u. s. w. Wiener Acad. Sitz. Berichte. 3. Abth. LXVI Bd. 1872.

3) Ehrlich. Beiträge zur Kenntniss der Anilinfärbung. Dieses Archiv 13. Band.

Beziehung zur Neubildung der Nerven in einem noch nicht gelösten Widerspruche mit den bisherigen Anschauungen vieler Embryologen zu stehen scheint.

Ich gehe jetzt zur näheren Begründung der Eingangs erwähnten Entstehung der Nerven aus den Plasmazellen über. Versetzt man einen Frosch, dem lange Zeit (mindestens mehrere Wochen hindurch) die Nahrung entzogen worden, in günstigere Verhältnisse, beispielsweise in ein offenes Garten-Aquarium, so zeigen sich schon nach ein paar Wochen überall in den verschiedenen Geweben reichliche Plasmazellen. An den Nerven, welche uns zunächst beschäftigen, treten sie zwischen den Fasern und im Verlaufe der Capillaren auf.

Die Zellen sind hier zuerst oval, mit einem bei guter Färbung deutlichem, länglichem Kerne und grobkörnigem, trübem Protoplasma. Nach und nach wachsen diese Zellen, durch die sie unmittelbar begrenzenden Nervenfasern in ihrer seitlichen Ausbreitung beschränkt, in einer zu den Nervenfasern parallelen Richtung, zu mehr oder weniger langen Protoplasmasträngen aus. Dies Wachsthum des Protoplasma findet entweder gleichzeitig an beiden Polen der Zelle statt, oder (wie es Fig. 4 u. 5 zeigt) es erfolgt die Verlängerung nur einseitig, während um den Kern herum ein Theil des Protoplasma sich zu einer Anschwellung sammelt, welche alsdann auf dem verlängerten Theile, gleichsam wie der Kopf auf dem Nagel, aufsitzt; auch diese Ansammlung theiligt sich in der Folge an der weiteren Entwicklung des Protoplasmastranges. Die nächste Erscheinung ist die Theilung der Kerne und ihr Auseinanderrücken in der Richtung des auswachsenden Protoplasma. Dieser Process wiederholt sich fort und fort, bis die verlängerte Zelle eine neue Plasmazelle berührt, und mit ihr zu verschmelzen scheint. Ich sage ausdrücklich: „scheint“, weil der Act der Verschmelzung selbst sich nicht verfolgen lässt, und andererseits auch durch fortgesetzte Theilung der Kerne das Auswachsen einer einzigen Plasmazelle zu einer Nervenfaser immerhin möglich wäre. Dass jedoch bei der Neubildung von Nerven die Verschmelzung der häufigere Vorgang sein muss, ersieht man aus der grossen Anzahl von Plasmazellen zwischen den Nervenfasern, und dem Mangel an solchen Bildern, welche auf einen Zerfall oder eine anderweitige Verwendung derselben hinwiesen.

Inzwischen nehmen einige der oben beschriebenen protoplas-

matischen Zellenfasern an Dicke bedeutend zu, während andere hingegen dünn bleiben. An beiden Arten der Fasern kommt eine zuerst mehr punktförmige, später rein lineare Längsstreifung zum Vorschein, welche auf neben einander liegende Axenfibrillen zu beziehen ist, worauf, neben dem optischen Bilde, auch die Tinctionsfähigkeit für Anilin hinweist (Remak'sche Fasern).

Hand in Hand mit dieser Erscheinung treten einige Kerne aus dem Inneren der Fasern an ihre Oberfläche (was ausnahmsweise schon an den Plasmazellen selbst zu beobachten ist), wobei die Kerne jedoch fortfahren sich zu vermehren, was so lange dauert, bis deren genug vorhanden sind, um für jeden aus dieser Längsstreifung hervorgegangenen Axencylinder als Ausgangspunkt der Schwann'schen Hüllenbildung dienen zu können.

Unmittelbar vor der Bildung des Markes verflüssigt sich die Grundsubstanz dieser Zellenfasern, wodurch die Axenfibrillen weniger deutlich sichtbar werden. Nach Osmium-Behandlung zeigt nämlich die Grundsubstanz der Fasern ein dem in den Capillaren geronnenen Serum ähnliches optisches Verhalten, weshalb ich eben eine Verflüssigung des Markes annehmen möchte. Dass dieses Entwicklungsstadium auch einer specifischen Veränderung des Protoplasmas entspricht, ersieht man aus dem Verhalten zu den verschiedenen Farbstoffen. Einerseits hat es die Tinctionsfähigkeit der Plasmazelle für Anilin eingeblüsst, anderseits das eigenthümliche Verhalten gegen Osmiumsäure noch nicht erlangt. Bei einem Theile dieser Fasern jedoch erscheint jene Verflüssigung sehr wenig ausgesprochen, und die Axenfibrillen bleiben bis zum Auftreten des Markes deutlich sichtbar bestehen.

Die Bildung des Markes beginnt bereits vor der Umkleidung der jungen Axencylinder mit besonderen Scheiden, und tritt an den Fasern mit verflüssigtem Inhalte in Form von Varicositäten, an den anderen von vornherein als mit dem Axencylinder parallel verlaufende Anlagerung auf (Osmiumpräparate). Häufig verkleben hiebei die sog. Remak'schen Quadratplättchen eines Axencylinders mit einer benachbarten noch marklosen Faser, woraus zu ersehen ist, dass die Markbildung durchaus nicht gleichzeitig an allen Axencylindern einer Mutter-Faser auftritt. In dieser Weise entstandene Bündel junger Nervenfasern werden noch kurze Zeit von einer mehr oder weniger deutlich differenzirten Scheide um-

geschlossen¹⁾, welche als der nicht verflüssigte und nicht zum Mark umgewandelte Theil der Plasmazelle aufzufassen ist.

Bei der Präparation lässt sich nicht selten eine solche junge Nervenfaser isoliren. Ist der Axencylinder noch nicht in seiner ganzen Länge vom Mark umgeben, so zeigt der marklose Theil mitunter eine pinselartige Auffaserung, welche erkennen lässt, dass der Axencylinder in diesem Entwicklungsstadium aus einer grossen Zahl von äusserst feinen Fibrillen zusammengesetzt ist.

Der Umstand, dass das Aussehen dieser, aus Plasmazellen entstandenen Stränge den sog. Remak'schen Fasern entspricht, veranlasste mich die Neubildung der Nerven im Froschsympathicus zu untersuchen. Hier zeigten mir schon die ersten Präparate die Anwesenheit von bündelweise angeordneten Axencylindern, welche sowohl in ihrer äusseren Erscheinung, als auch in ihrer Entwicklungsweise vollkommen mit der oben beschriebenen Form der Neubildung übereinstimmten.

Dieser Uebergang der marklosen Fasern, welche den Nerven der wirbellosen Thiere zu vergleichen sind, in markhaltige, scheint mir auch für die Phylogenese von einem gewissen Interesse zu sein²⁾.

Neben diesem Entstehungsmodus kommt im Ischiadicus des Frosches noch eine andere Art von Neubildung der Nervenfasern vor. Während der Nahrungsentziehung degeneriren viele Nervenfasern, indem sie allmählich ihr Mark verlieren, oder besser, das Mark wandelt sich in eine protoplasmatische Flüssigkeit um. Der Axencylinder schwindet ebenfalls, oder wird unsichtbar, und zwar in seiner ganzen Länge, oder nur auf einzelne Strecken, und erscheint dann in viele Stücke zerfallen.

In der Folge, wenn der Frosch wieder in gute Ernährungsverhältnisse versetzt wird, entstehen auf eine mir nicht genau bekannte Weise, innerhalb der alten, diesen Process überlebt haben-

1) Diese bündelweise Anordnung der jungen Nerven hat bereits Weissmann bei Embryonen beobachtet und in der Zeitschrift für rationelle Med. VII. Bd. S. 209 beschrieben.

2) Littré et Robin. Dictionn. de médecine. XI Edition. p. 1002. halten die Remak'schen Fasern für solche, die auf einem früheren Entwicklungsstadium stehen geblieben sind, vgl. auch Sigmund Mayer: Die periphere Nerven- und das sympathische Nervensystem. Arch. für Psychiatrie VI. Bd.

den Fasern, neue Nervenfasern, aus zwei oder aus mehreren Fäserchen zusammengesetzt. An diesen tritt das Mark ausschliesslich in der Form von exquisit varicöser Auflagerung auf. — Die letztere Art der Neubildung muss noch genauerem Studium unterworfen werden.

An den Gesamtscheiden der Nerven finden wir die Plasmazellen in den mannigfaltigsten Formen, runde oder mehr eckige, auf der inneren Fläche der Scheide schleierartig auflagernd; sie erreichen, bisweilen sehr ansehnliche Dimensionen und wachsen nach allen Richtungen aus, indem sie nicht wie zwischen den Fasern in ihrer Wachstumsrichtung gehindert werden. An den Rückenmarkshäuten kommen bisweilen ganze Geflechte von Plasmazellen vor, zwischen den Rückenmarksfasern und Zellen dagegen ist es mir nie gelungen solche Zellen aufzufinden.

Es bleibt mir schliesslich noch übrig des Verfahrens zu gedenken, welches bei diesen Untersuchungen angewandt wurde. Wie vorhin erwähnt, erhielt ich die besten Präparate von Fröschen, die, nachdem sie ohne Nahrung 2 Monate (im Sommer) gehalten, in ein offenes geräumiges Springbrunnenreservoir versetzt, und ca. 4 Wochen gut ernährt worden waren; auf diese Weise gelang es mir die Plasmazellen förmlich zu züchten.

Die Nerven wurden zuerst mit Osmiumsäure 1:200 behandelt, und darauf mit schwach angesäuerter Lösung von amoniakalischem Carmin gefärbt. Die schönsten, leider vergänglichen Bilder liefert Fuchsin; in Glycerin zerpupft, muss das Object sofort unter das Mikroskop gebracht werden. Ein für die Aufbewahrung entschieden bestes Verfahren gibt Ehrlich an, nämlich die Färbung mit Dahlia, Methylviolet, Fuchsin und anderen Anilinfarben, mit nachherigem Entwässern in Alcohol und dem Einschlusse in Terpentin. Die Isolation im verharztem Terpentin geht so zu sagen von selbst vor sich, weil die Fasern in ihrer ganzen Länge dem Terpentin anhaften, in Folge dessen findet auch selten Zerreiissung statt. Will man jedoch den Elementen ihre ursprüngliche Gestalt erhalten, so muss man die Gewebe zuerst in Osmium härten. Diese Modification empfehle ich um so mehr, als sie auch die Prüfungs-tinction auf Plasmazellen (Ehrlich) nicht beeinträchtigt.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. I.

- Fig. 1 u. 2. Plasmazellen aus dem Ischiadicus vom Frosch.
Fig. 3. Theilung des Kernes einer Plasmazelle.
Fig. 4. Stellung der Plasmazelle neben einem Kerne der Schwann'schen Scheide einer Nervenfasern, ein Verhältniss, welches sich öfters wiederholt.
Fig. 5. Auseinanderrücken der Kerne nach vorangegangener Theilung derselben.
Fig. 6. Plasmazelle zu einem Strange mit mehreren Kernen ausgewachsen; a Theilung des Kernes.
Fig. 7. Lagerungs-Verhältniss der Plasmazelle zu der Nervenfasern.
Fig. 8 u. 9. Aus Plasmazellen hervorgegangene protoplasmatische Stränge mit Kernen. Beginn der Längsstreifung. Fig. 9a Kern an der Seite der Faser, b eine durch Präparation hervorgerufene Spaltung.
Fig. 10. Protoplasmatischer Strang mit deutlicher Längsstreifung (Axenfibrillenbildung).
Fig. 11. Bildung von Nervenbündeln, a Axenfibrillen. b Fertige markhaltige Nervenfasern.
Fig. 12 u. 13. Aus einem Bündel isolirte Nervenfasern. 13. Der marklose Theil zeigt pinselartige Auffaserung (Axenfibrillen).
Fig. 14. a b c d Plasmazellen von der Innenseite der Gesamt-Nervenscheiden.
-

Untersuchungen an Schmetterlingsrüsseln.

Von

Wilhelm Breitenbach.

Hierzu Tafel II.

Vor einiger Zeit veröffentlichte ich im „Archiv für mikroskopische Anatomie“, Band XIV, eine „vorläufige Mittheilung über einige neue Untersuchungen an Schmetterlingsrüsseln“. Den Ausgangspunkt meiner Untersuchungen bildete der eigenthümliche Bau

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 9.

Fig. 12.

Fig. 13.

Fig. 10.

Fig. 11.

Fig. 14d.

Fig. 14a.

Fig. 14b.

Fig. 14c.