

Biologisches Centralblatt.

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. in Erlangen

Prof. in München

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2—4 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XVII. Band.

1. September 1897.

Nr. 17.

Inhalt: **Nusbaum** u. **Schreiber**, Beitrag zur Kenntnis des peripherischen Nervensystems bei den Crustaceen. — **Popoff**, Ueber die Histogenese der Kleinhirnrinde. (Viertes Stück.) — **Noll**, Ueber Möglichkeit und Zweckmäßigkeit der Anzucht früher blühender Reben. — 69. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Braunschweig.

Beitrag zur Kenntnis des peripherischen Nervensystems bei den Crustaceen.

Von Prof. Dr. **Józef Nusbaum** u. stud. phil. **Witold Schreiber** in Lemberg.

(Mit 8 Abbildungen.)

Nach den klassischen und ausführlichen Arbeiten von **Retzius**¹⁾ und **Rath**²⁾ über das sensible Nervensystem bei unserem Flusskrebse (*Astacus*) schien diese Frage gänzlich erledigt zu sein. Als wir jedoch dem Flusskrebse Methylenblaulösung injizierten und unter anderem die von **Rath** und **Retzius** beschriebenen, sensiblen Nervenfasereudigungen studierten, lenkte unsere Aufmerksamkeit außer diesen letzteren noch eine besondere Art anderer, sehr zahlreicher, subepithelialer Zellen und Geflechte auf sich, welche sich auf eine ganz identische Weise färbten wie die von obengenannten Autoren beschriebenen Nervenlemente, und welche wir für nichts anderes als eben für sensible Nervenlemente betrachteten. Kurz, nachdem wir diese Bildungen gefunden haben, fiel uns in die Hände der außerordentlich interessante kurze Aufsatz von **Bethe**³⁾. Wir können die Angaben dieses Autors nicht nur be-

1) **Retzius**, Biologische Untersuchungen. Neue Folge. 1895.

2) **Rath**, Zur Kenntnis der Hautsinnesorgane und des sensiblen Nervensystems der Arthropoden. Zeitschrift f. wiss. Zoologie, Bd. 61, 1896.

3) **A. Bethe**, Ein Beitrag zur Kenntnis des peripheren Nervensystems von *Astacus fluviatilis*. Anat. Anzeiger, 1896.

stätigen, sondern auch in vielen Hinsichten vervollständigen und erweitern.

Wir injizierten den Flusskrebsen Methylenblau (nach Ehrlich, bezogen von Grüber), nämlich eine Solution von 1 g Methylenblau und 1,5 g Kochsalz in 300 cem dest. Wasser. Jedem Tiere wurde 3—4 cem dieser Solution injiziert und zwar ein Teil derselben unter den Cephalothoraxpanzer an der Rückenseite, der andere an der ventralen Seite des Abdomens. Die Tiere blieben 2 bis 4 Stunden unter einer großen Glasglocke im lebendigen Zustande. Nach dieser Zeit haben wir die durchsichtigen Teile der Abdominalfüße, die platten Teile der Maxillen und Maxillipeden u. s. w. unter dem Mikroskope untersucht. Fast ausnahmslos haben wir die schönsten und prachtvollsten tiefblauen Färbungen der peripheren Nervenfasern und Nervenzellen erhalten und alle diejenigen Bilder gesehen, welche Retzius in seiner Arbeit „Das sensible Nervensystem der Crustaceen“¹⁾ auf den Tafeln IV—VI dargestellt hat; außerdem haben wir eine große Zahl noch anderer, sehr interessanter, ganz identisch gefärbter sensibler subepithelialer Nervenzellen und Nervenplexus gefunden, welche wir unten näher beschreiben werden.

Nach einiger Zeit beginnt das Erbleichen aller dieser Elemente, und es gibt dann ein Moment, wo das Plasma der Zellen und die Nervenfasern schon viel bleicher werden, während die Kerne der Zellen noch intensiv blau gefärbt hervortreten, was die Form der Kerne sehr schön zu sehen und die Thatsache zu konstatieren ermöglicht, dass rings um den Kern ein heller, enger Plasmahof sehr oft zu beobachten ist.

Wir haben auch die Präparate in pikrinsaurem Ammoniak (kalte, gesättigte Lösung) 24 Stunden fixiert und dann in Glyzerin aufbewahrt. Die Nervenelemente wurden violett, aber die Färbung war bei dieser Behandlungsweise nicht dauerhaft, und die feinsten Fasern des Plexus wurden dabei nicht fixiert. Wenn wir aber nach Dogiel's Verfahren die Präparate in pikrinsaurem Ammoniak mit Zusatz von Osmiumsäure (auf 100 cem des pikrins. Ammoniaks 2—3 cem 1proz. Osmiumsäure) fixierten, so haben wir unvergleichlich schönere und dauerhafte Präparate erhalten, an welchen die feinsten Nervenfaserehen sehr deutlich hervorgetreten sind.

Die so erhaltenen Präparate haben sich wochenlang ohne Spuren von Erbleichen in Glyzerin sehr schön aufbewahrt.

Was zuerst die von Rath und Retzius beobachteten Sinnesnervenendigungen anbelangt, so können wir die Beobachtungen dieser Forscher im Ganzen bestätigen. Wir haben nämlich in einer mehr oder minder bedeutenden Entfernung von der Basis der Borsten rundliche oder ovale, bipolare mit großen Kernen versehene Nervenzellen gesehen, die einerseits centralwärts, andererseits in der Richtung gegen

1) l. c.

die Borste in Nervenfasern sich verlängern. Wir haben sowohl einzelne solche Zellen wie auch Gruppen derselben beobachtet, welche an vielen Stellen lange, gangliöse Anschwellungen bilden.

Wir können auch die Angabe von Retzius bestätigen, dass die distalen Fortsätze der einzelnen Zellen solcher gangliöser Bildungen sehr oft so dicht zusammengedrängt sind, dass sie sich dem Beobachter als ein gemeinsamer Strang vorstellen.

Was die proximalen Fortsätze der betreffenden Zellen anbelangt, so scheint nach Retzius ihre Teilung oder Verzweigung auf dem Wege nach dem Centralorgane nirgends vorzukommen. — Auch wir haben niemals eine Teilung oder Verzweigung derselben beobachtet, obwohl wir dieselben einige Male auf sehr großen Strecken verfolgt haben.

Was die distalen Enden anbetrißt, so haben wir wie Rath, Bethé und Retzius in seiner neuesten betreffenden Arbeit (1895) niemals eine Teilung oder Verästelung derselben gesehen; sie verlaufen in einer mehr oder minder gestreckten Bahn nach den Borsten (Sinneshaaren) hin.

Da es Retzius niemals gelang, das Eintreten der Nervenfasern in das Sinneshaar beim Flusskrebse wahrzunehmen, so haben wir besonders auf diesen Punkt unsere Aufmerksamkeit gelenkt. Dabei haben wir uns sicher überzeugt, dass in einigen, wiewohl seltenen Fällen, wo die Färbung in dieser Hinsicht besonders gelungen ist, hie und da das Eindringen der gefärbten, in gerader Richtung und ohne Verästelung verlaufenden Nervenfasern, bis zur Spitze der Borste in dem Haarschaftsraume zu sehen ist. Wir bestätigen also in dieser Beziehung die Angabe von Bethé, der „in offenen Haaren mehrere Male den distalen Fortsatz die Kugelhöhle durchlaufen, und sich ein Stück weit ins Lumen des Haares fortsetzen sah“. Wahrscheinlich aber, sagt weiter Bethé, „geht dieser Fortsatz sehr viel weiter zur Spitze hinauf, als an diesen Präparaten zu sehen war“. Nun waren wir in der glücklichen Lage, Präparate zu erhalten, an welchen wir das Eindringen des Nervenfortsatzes wirklich bis zur Spitze der Borste einige Male sehr deutlich beobachteten. Niemals fanden wir — womit wir mit Bethé im Einklange sind — die Nervenfasern in den Haarschaftsräumen der langen gefiederten Randborsten; hier endet immer beim Flusskrebse der Strang der Nervenfasern in der Kuppel des basalen Teiles der Borste. In diesen langen Borsten scheint auch wirklich kein direkter Zusammenhang zwischen dem Raume der Basalkuppel und dem engen, kanalförmigen Haarschaftsraume vorhanden zu sein. Dagegen gelang es uns in den kegelförmigen, nicht befiederten Borsten von mittlerer Länge, die z. B. an der Oberfläche der platten Teile der Maxillen und Maxillipeden vorkommen, einige Male eine unverzweigte und keine Varikosen besitzende Nervenfaser in gerader Rich-

tung bis zur Spitze der Borste auf das Schönste zu verfolgen (Fig. 1). Ueberhaupt aber färben sich die betreffenden Nervenfasern beim Flusskrebse sehr schwer; vielleicht wegen der sehr bedeutenden Enge der Haarschaftsräume, in welchen sie liegen, sowie auch wegen des erschwerten Zutrittes der Reagentien. An vielen Stellen haben wir die Faser nur zu $\frac{1}{2}$ oder $\frac{1}{3}$ der Borstenlänge gefärbt gesehen, in allergrößter Mehrzahl der Fälle hingegen, nur bis zur Wurzel der Borste.

Fig. 1.

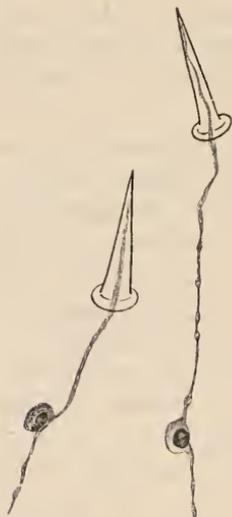


Fig. 1. Zwei Borsten aus dem Scaphopoditen der Maxille des 2. Paares von einem Flusskrebse. Der distale Fortsatz der bipolaren Zelle dringt in den Haarschaftsraum ein.

Oc. 12 Syst. Brw. 16 mm Reichert (mittels Cam. luc. gez.).

Außer den langen gefiederten Randborsten und den oben erwähnten mittleren, kegelförmigen, befinden sich auch beim Flusskrebse an der Oberfläche der breiten Platten der Mundwerkzeuge und an den seitlichen Thoraxwänden sehr kleine, niedrige aber sonst kräftige Borsten, die an der Spitze mehr oder weniger stark hakenförmig gebogen sind, und an einer verhältnismäßig weiten, aber sehr abgeflachten basalen Kuppel sitzen, die von oben gesehen sich als ein ansehnliches Schildchen darstellt. In diese hakenförmig gekrümmten Borsten gelangen sehr selten die Nervenfasern von den bipolaren Zellen, aber in der nächsten Umgebung dieser Borsten haben wir andere, unten näher beschriebene Nerven-elemente sehr oft begegnet.

„Dicht unter dem Epithel“ — schreibt Bethe¹⁾ — „und auf den Muskeln liegend zeigten sich bald nach der Injektion große multipolare Zellen sehr tiefblau gefärbt. Die Zahl der Ausläufer, welche sich bald in viele Zweige teilen, beträgt 3—8. In dem Zellkörpern tritt, etwas dunkler gefärbt, ein großer Kern hervor. Die einzelnen Zellen, die stellenweise ziemlich dicht aneinander liegen, sind bald durch breite

1) l. c.

Plasmabrücken, bald durch dünne Fasern mit einander verbunden, so dass ein wirkliches Netz von Zellen besteht. Häufig sind 2 Zellen nur durch eine Brücke, oft aber auch durch mehrere verbunden. Wo die freien Ausläufer der Zellen ihr Ende finden, ob, und wie sie mit anderen Elementen in Verbindung stehen, ließ sich nicht feststellen“.

Nun gehen wir zur Beschreibung der obigen, von Bethe entdeckten Nervenlemente über, von deren Existenz weder bei Retzius noch bei Rath etwas erwähnt wird. Wir sahen subepitheliale Nervennetze nicht nur an den platten Mundteilen, wo sie ausschließlich bis jetzt (Bethe) gefunden waren, sondern überall an der ganzen Peripherie des Leibes, wo nur die dünnere und durchsichtige Chitinschichte sie zu beobachten erlaubt, also sowohl in den Tastern der Kieferfüße als auch in Palpen der Maxillen, in den Abdominalfüßchen und überhaupt in allen platten Teilen der Extremitäten, so gut an der seitlichen, von den lateralen Teilen des Kopfbrustschildes überdeckten weichen Wand des Thorax, wie an der ganzen Ventralwand des Abdomens. Wir fanden dann zierliche und reichliche subepitheliale Nervennetze und Nervengeflechte an der ganzen inneren Fläche der, die Kiemenhöhle seitwärts begrenzenden, Falten des Kopfbrustschildes, unter dem Epithel aller Teile der Kiemen und teilweise auch unter dem Epithel des langgestreckten Enddarmes (Produkt des Ektoderms). Besonders schön treten diese Elemente an der großen borstenrandigen Atemplatte, dem sogenannten Scaphopoditen (Huxley) des zweiten Maxillapaares hervor, welche Platte bekanntlich stets schwingende Bewegungen ausübt. Es ist leicht verständlich, warum eben auf dieser Platte diese zarten Elemente am besten zu beobachten sind, denn erstens ist sie sehr dünn und durchsichtig, zweitens, besitzt sie wegen der raschen schwingenden Atembewegungen besonders günstige Bedingungen des Luftzutrittes, was eben für die gute Methylenblaufärbung sehr erwünscht ist.

Die betreffenden, von uns beobachteten Nervenlemente liegen subepithelial, aber, im Gegensatz zu den Rath-Retzius'schen bipolaren Zellen, die bekanntlich in einer verhältnismäßig großen Entfernung von Hypodermis liegen, befinden sie sich sehr dicht unter dem Epithel, wobei die Nervenfaserverzweigungen derselben zum Teil auch zwischen die Epithelzellen selbst sich hineinschieben.

Die Zellen zeichnen sich durch sehr mannigfaltige Gestalten aus; sie sind oval, konisch, am meisten aber unregelmäßig polygonal. In den, mit Methylenblau gefärbten, doch nicht fixierten und etwas zu erbleichen beginnenden Zellen, haben wir sehr schön die großen, meistens rundlichen, seltener ovalen Kerne beobachtet, die gewöhnlich von einem hellen Plasmahofe wie von einem Ringe umgeben sind.

An vielen Zellen sahen wir an einem (nämlich an dem proximalen) Pole einen proximalen Nervenfortsatz (Cylinder axis), an dem größere und kleinere Varikosen, und nicht selten hie und da unansehnliche seitliche Aestchen (Collateralen) sich befanden. Diesen Nervenfortsatz kann man oft auf einer verhältnismäßig sehr langen Strecke beobachten, und einige Male gelang es uns, denselben so weit zu verfolgen, bis er in einem gemischten, aus sensiblen und motorischen Nervenfasern bestehenden, größerem Nervenaste verschwand. Höchst interessante Verhältnisse, die wir einige Male an gut gelungenen Präparaten, sowohl an den Mundteilen als auch an seitlichen Thoraxwänden studiert haben, sind folgende:

Aus einer multipolaren Zelle läuft von einem Pole (Fig. 8) ein Axenfortsatz (*a*) aus, der sich eine große Strecke weit zieht, um sich mit einem anderen, außerordentlich langen Fortsatze (*a'*) unter fast rechtem Winkel zu verbinden.

Diese sehr langen Fortsätze, die dicht unter dem Epithel gelegen sind, und mit denen möglicherweise auch Axenfortsätze mancher anderer Zellen sich verbinden, verflechten sich und bilden dickere Nervenstränge. Anders gesagt, verästelt sich der Nervenstrang auf diese Weise, dass in einzelne sich verflechtende Aeste Gruppen von Nervenfasern eintreten, wobei die einzelnen langen Nervenfasern einer jeden Gruppe mit den Axenfortsätzen der einzelnen Zellen des Nervennetzes sich verbinden.

Andere Nervenfortsätze der Zellen sind kürzer, mehr oder weniger reich an Varikosen; sie teilen und verästeln sich gewöhnlich reichlich, wobei die am meisten peripherischen Teile der Fasern außerordentlich fein sind. Manche dieser Fortsätze hingegen verlaufen oft in geschlängelter Richtung, ohne sich zu verästeln. An besonders gelungenen Präparaten haben wir bei starker Vergrößerung auch sehr kurze, steife, dicht zusammengedrückte, laterale Härchen an den dickeren Nervenfortsätzen gesehen, die eine große Aehnlichkeit mit den bei Anwendung der Golgi'schen Methode hervortretenden und z. B. an den Dendriten der Purkinje'schen Zellen beobachteten Härchen besitzen.

Die feinen Nervenverästelungen der benachbarten Zellen bilden an gut gefärbten Präparaten die schönsten und zierlichsten Geflechte. Wir haben aber auch äußerst viele und feine Anastomosen zwischen den Nervenfasern der Nachbarzellen beobachtet. Auf diesen Punkt, da er uns besonders auffallend erschien, haben wir speziell unsere Aufmerksamkeit gelenkt. Alle diesbezüglichen Bilder wollten wir zunächst nur als Filzwerk und Geflecht ansehen und die scheinbaren Anastomosen nur so deuten, dass die Nervenfaserverästelungen der benachbarten Zellen verschiedenartig sich kreuzen. In vielen Fällen war es möglich, die Existenz der scheinbaren Anastomosen auf diese Weise zu erklären, in der Mehrzahl aber konnten

wir nicht zweifeln, dass wir wirkliche Anastomosen vor uns haben.

Am meisten überzeugend sind in dieser Beziehung diejenigen Fälle, in denen der Zellenleib an einer Stelle sich allmählich zuspitzend, in einen brückenähnlichen Faserfortsatz ausläuft, der nach einem kürzeren oder längeren, ununterbrochenen Verlaufe wieder in eine andere Zelle übergeht, doch auf dieselbe Weise, d. h. indem er sich allmählich verdickt. Solche Fälle, von denen wir sehr zahlreiche und außerordentlich deutlich ausgeprägte gesehen haben, sind ja keineswegs für Geflechte, sondern für wahre Anastomosen zu halten, trotzdem eine solche Behauptung mit den modernen Neuronentheorien nicht im Einklange steht.

Bei der unvollständigen Färbung der Präparate haben wir nur Geflechte gesehen, war aber die Färbung deutlich und vollständig, und die intensiv gefärbten Präparate noch in pikrinsaurem Ammoniak mit Osmiumsäure fixiert, so haben wir so wunderschöne Anastomosen gesehen, dass uns deren Existenz zweifellos zu sein scheint. Die Tatsache, dass die Nervenzellen miteinander anastomosieren, steht nicht lose in der neuesten Litteratur. So sagt z. B. Prof. Dogiel¹⁾, indem er ein interepitheliales Nervenfadennetz in der Thränendrüse beschreibt: „Was ich soeben hinsichtlich der Interepithelial-Nervenfäden bemerkt habe, bezieht sich in gleicher Weise auf die freien Nervenendigungen im allgemeinen und unter anderen auch auf die Protoplasmafortsätze der Nervenzellen der Retina: werden nicht alle sondern nur einige Zellen oder die Plasmafortsätze der Zellen nicht in ihrer ganzen Erstreckung gefärbt, so erhalten wir die Neuronen Waldeyer's; jedoch bei möglichst vollständiger Färbung der Zellen mit ihren Fortsätzen, haben wir die Möglichkeit auf den Flächenpräparaten der Netzhaut vollständig deutlich die unmittelbare Verbindung zwischen den Protoplasmafortsätzen der Zellen konstatieren zu können“.

Auch E. Ballowitz²⁾ in seiner Arbeit „Ueber den Bau des elektrischen Organes von *Torpedo*“ beschreibt und giebt Abbildungen von Anastomosen und wahren dichten Netzen, die von Fortsätzen verschiedener Nervenzellen gebildet sind. V. Thanhoffer³⁾ u. a. haben sogar deutliche und feine Anastomosen zwischen den Nervenzellen des Rückenmarks gesehen, Bethe unter dem Epithel des Froschgaumens⁴⁾ und im Nervenplexus der Ctenophoren u. s. w. Zu diesen Beobachtungen gesellt sich jetzt die unserige, welche die Bethe'sche Ent-

1) A. S. Dogiel, Die Nervenendigungen in der Thränendrüse der Säugetiere. Archiv f. mikrosk. Anatomie, Bd. 42, 1893.

2) Archiv f. mikrosk. Anatomie, Bd. 42.

3) Stöhr, Histologie, 1896.

4) Archiv f. mikrosk. Anatomie, 1894.

deckung bestätigt, und nach welcher in dem subepithelialen sensiblen Nervensysteme der Crustaceen wahre Anastomosen zwischen den verschiedenen Zellen und deren Fortsätzen vorkommen, was aus den Figuren (4, 6, 7) ersichtlich ist. Aus allen diesen Beobachtungen geht hervor, dass die Neuronenlehre und besonders der moderne Satz, dass alle Nervenzellenfortsätze frei enden, ohne Anastomosen oder Netze zu bilden, auf eine noch sehr schwankende Basis sich stützt und vielen Thatsachen auf das schroffste widerspricht.

Fig. 2.



Fig. 2. Ein Randstück des Scaphopoditen der Maxille des 2. Paares von einem Flusskrebse.

b. z. = bipolare Zelle,

a = proximaler Fortsatz,

b = die Wurzel der gefiederten Randborsten.

Oe. Nr. 4 Syst. Brw. 4 mm

Reichert.

(mittels Cam luc. gez.).

Betrachten wir nun jetzt etwas näher einige Beispiele der von uns erwähnten Nervenlemente. Auf Fig. 2, die ein Stückchen einer Randpartie des Scaphopoditen darstellt, sehen wir eine in die Basalkuppel einer Fiederborste eindringende Nervenfasern, die von einer bipolaren (Rath-Retzius'scher Typus) Zelle stammt und außerdem unterhalb der Basalkuppeln der Borsten — einige Zellen von ganz anderem Typus. — Diese letzteren liegen nicht in einer größeren Entfernung von den Borstenwurzeln (wie die bipolaren), sondern dicht unter diesen; sie sind multipolar. Die in der Mitte gelegene größte Zelle ist der Gestalt nach noch am meisten einer Rath-Retzius'schen Zelle ähnlich, denn sie ist rundlich und verlängert sich proximal in

eine lange Faser (Axenzylinder) die reich an Varikosen in gerader Richtung verläuft, distal aber laufen aus dem Zellenleibe 7 Fasern aus, von denen einige sich dichotomisch teilen und mit den Fasern der Nachbarzellen Anastomosen bilden, während andere frei enden. Die Nachbarzellen sind noch reicher an Nervenfaserfortsätzen, die in allen Richtungen entspringen und sich hier und da dichotomisch teilen.

Fig. 3.

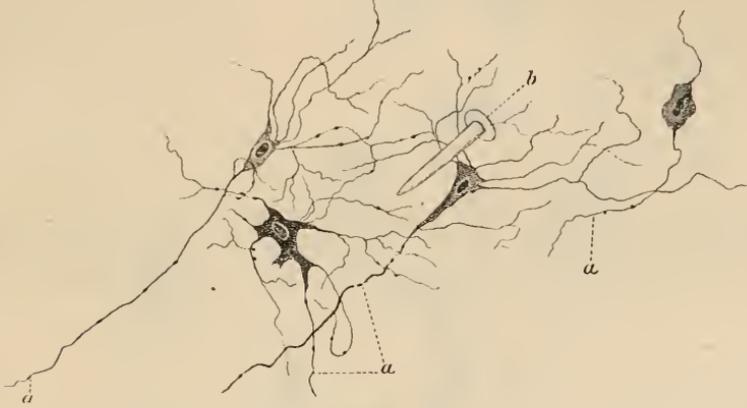


Fig. 3. Eine Gruppe von Nervelementen an der Oberfläche eines Scaphopoditen vom Flusskrebse.

a = proximaler Nervenfortsatz; *b* = Borste.

Oe. 12 Syst. Brw. 16 mm Reichert (mittels Camera luc. gez.).

Viel interessanter ist eine Gruppe von Nervenzellen, die auf Fig. 3 abgebildet sind. Es ist ein Stückchen der Oberfläche eines Scaphopoditen der zweiten Maxille. In der Nähe einer Borste von mittlerer Länge sehen wir eine Gruppe von Nervenzellen, von denen zwei eine charakteristische konische Gestalt besitzen. An dem zugespitzten Pole einer jeden solchen Zelle beginnt eine sehr lange Nervenfasern, ohne Zweifel eine proximale, d. h. diejenige, die in einen Nerven eintritt, und bis zum Nervencentrum gelangt. An dem gegenüberliegenden, stumpfen Pole der Zelle beginnt eine Anzahl zarter Nervenfasern, die sich zum größten Teile nach einem längeren oder kürzeren Verlaufe dichotomisch teilen, und mit Nervenfaserverzweigungen anderer Nervenzellen verflechten oder verbinden. Die untenliegende multipolare Zelle ist von einer unregelmäßigen Gestalt; die rechtsliegende ist eine bipolare, und entspricht dem bekannten Rath-Retzius'schen Typus.

Die langen proximalen Nervenfasern, die wir an manchen Zellen eine längere oder kürzere Strecke weit verfolgt haben, verlaufen gewöhnlich unverästelt; doch haben wir in manchen Fällen mit aller Bestimmtheit zarte, seitliche, kurze Aestchen (Collateralen), besonders in der Nähe des Anfangsteiles der Faser beobachtet.

Ein besonders interessantes Bild stellt Fig. 4 dar, die von einem sehr gelungenen Präparate stammt. Wir sehen hier ein Stück der Oberfläche des Scaphopoditen. Rings um eine kleine hakenförmige Borste sieht man hier eine Anzahl polygonaler Zellen, die sehr reich an Verästelungen sind. Das Präparat fing schon an etwas zu erbleichen, weshalb die Kerne in den Zellen sehr deutlich hervortreten.

Fig. 4.



Fig. 4. Eine Gruppe von multipolaren Nervenzellen rings um eine Borste, von der Oberfläche gesehen, aus einem Scaphopoditen des 2. Maxillenpaares vom Flusskrebse.

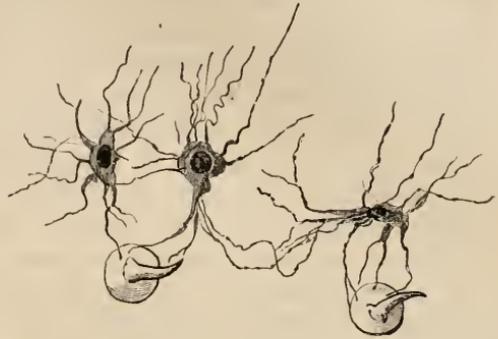
Oc. 4 Syst. Brw. 4 mm (mittels Camera luc. gez.).

Die Zahl der Nervenfortsätze ist eine sehr große; dieselben sind reich an Varikosen und bilden dichte Geflechte. Hie und da sieht man auch Anastomosen zwischen den Zellen z. B. zwischen den beiden zur linken Seite gelegenen. Die Nervenfaserverästelungen gelangen bis zu der abgeflachten und weiten Basalkapsel der hakenförmigen Borste, und enden hier ganz frei. Eine diskoidale abgeflachte Basalkuppel kann von zwei, drei, oder noch einer größeren Anzahl von Zellen innerviert werden, und auch von mehreren Nervenfasersfortsätzen einer und derselben Zelle (Fig. 5). Oft sahen wir die multipolaren Zellen und Geflechte nicht in der nächsten Umgebung der Borste, sondern in einer

größeren Entfernung von derselben, aber immer dicht unter der Hypodermis. Wir fanden an der ganzen Bauchwand und an der ganzen

Fig. 5.

Fig. 5. Drei Nervenzellen, die zwei abgeflachte weite diskoidale Basalkuppeln kleiner hakenförmigen Borsten innervieren. Aus dem Scaphopoditen des 2. Maxillpaares vom Flusskrebse. Oc. 12 Syst. Brw. 16 mm (mittels Cam. luc. gez.).



lateralen weichen Thoraxwand zahlreiche subepitheliale Nervenzellen, die sehr dicht angehäuft und den, von Bethe¹⁾ abgebildeten, multipolaren Nervenzellen sehr ähnlich waren. Hier existiert also auch

Fig. 6.



Fig. 6. Zwei Nervenzellen in den platten Teilen der Maxillen des Flusskrebsees von der Oberfläche gesehen.

Oc. 4 Syst. Brw. 4 mm Reichert (mittels Cam. luc. gez.).

1) Anat. Anzeiger, 1896 (l. c.).

ein außerordentlich schön entwickeltes Nervennetz, das aus vielfach anastomosierenden, mit großen Kernen versehenen Zellen besteht.

Von einem interessanten Typus sind die Zellen, die Fig. 6 darstellt. Dieselben haben unregelmäßige Gestalten, das Plasma verlängert sich nach verschiedenen Richtungen in Fortsätze, von welchen an einer Stelle ein langer Cylinderfortsatz (*a*), an anderen Stellen kürzere, sich teilende dendritische Fasern den Anfang nehmen. Zwischen den Fortsätzen beider Zellen sieht man deutlich drei bogenförmige Anastomosen. In den auf Fig. 6 u. 7 abgebildeten Zellen ist der Zellenleib ansehnlich dick. Es giebt aber Fälle, in denen er sehr schlank ist, und in viele dünne Fortsätze ausläuft, die sich in Nervenfaserfortsätze verlängern, zwischen denen nicht immer eine centripetale lange Nervenfaser zu unterscheiden ist. In manchen Fällen haben wir bei sehr gelungener Färbung der Präparate und nach Fixierung derselben auf oben genannte Weise sehr feine, kurze, bäumchenähnliche Verzweigungen mancher Fortsätze beobachtet, wie es z. B. auf Fig. 7 zu sehen ist.

Fig. 7.



Fig. 7. Eine Gruppe von Nervenzellen in dem Scaphopoditen der Maxillen vom Flusskrebse.

Oc. 4 Syst. Brw. 4 mm (mittels Cam. luc. gez.).

An vielen Stellen haben wir, wie oben gesagt, Anastomosen zwischen den Nachbarzellen gesehen (z. B. zwischen den beiden linken Zellen, Fig. 4), die entweder als breite protoplasmatische Brücken

oder in Gestalt von dünnen Fasern direkt von einem Zellenleibe zum anderen mehr oder weniger gerade verlaufen. Außerdem haben wir häufig zwischen den dendritischen Verästelungen der benachbarten Zellen Anastomosen beobachtet, die oft bogenförmig verlaufen, unter mehr oder weniger rechtem Winkel zusammentreffen, und im Punkte der gegenseitigen Vereinigung nicht selten eine varikosenähnliche Verdickung (siehe z. B. Fig. 6 u. Fig. 7) zeigen.

Fig. 8.

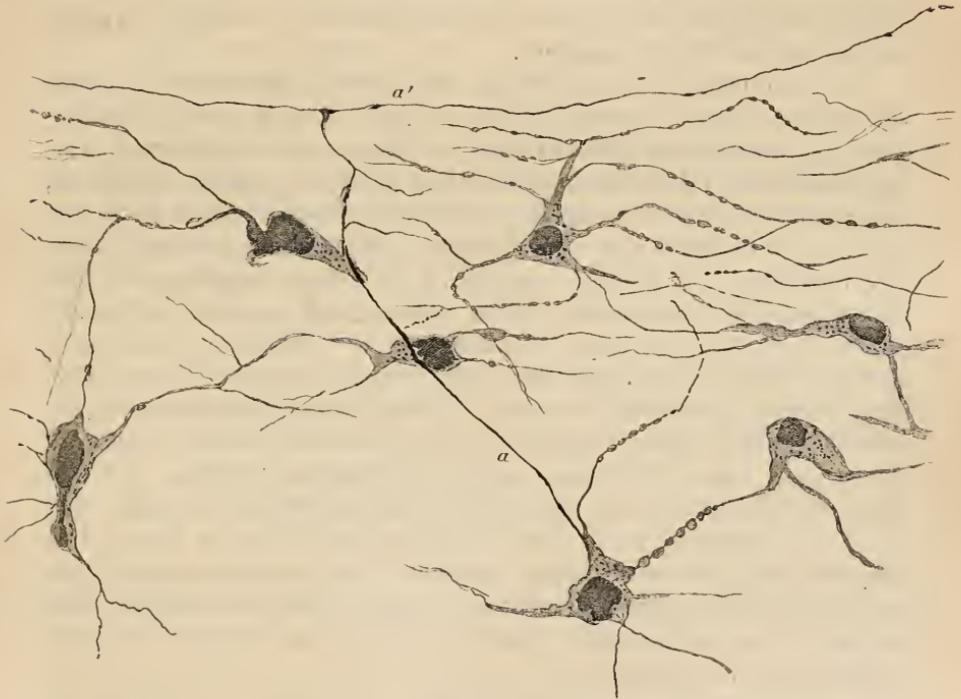


Fig. 8. Nervenzellenplexus in der seitlichen Thoraxwand, von einem Flusskrebse.

Oc. 4 Syst. Brw. 4 mm Reichert (mittels Cam. Inc. gez.).

a = ein Axenfortsatz der sich mit einer sehr langen Nervenfasern (*a'*) verbindet, die sich weiter hin (was auf der Abbildung nicht dargestellt ist) mit anderen ähnlichen Fasern verflechtet und in einen Nervenast eintritt.

Die von uns beschriebenen multipolaren Zellen sind manchen von denjenigen sensiblen subepithelialen Nervelementen ähnlich, die unlängst *Rina Monti*¹⁾ bei den Süßwassertendocölen unter dem Typus „*grosse cellule multipolari periferiche*“ beschrieben hat und welche eine variable Zahl sich verästelnder „*prolungamenti dendritici*“ und einen „*prolungamento aziale*“ (Axenzylinder), der oft mit kleinen Col-

1) Bolletino scientifico, Nr. 2—3, Anno 1896, Pavia.

lateralen versehen ist, besitzen. Eben von diesen Zellen sagt Rina Monti, dass er manchmal Anastomosen zwischen den Dendritenfortsätzen der benachbarten Zellen beobachtete. Er meint, dass „con tutta probabilita queste eccezionali anastomosi sono la espressione di una incompleta divisione cellulare“. Sollen wir diese Erklärung auch für unseren Fall annehmen? Das werden weitere Forschungen auf dem Gebiete der vergleichenden Neurologie aufklären.

Sei wie es sei, es häufen sich aber in der neuesten Litteratur immer zahlreichere Thatsachen, die uns überzeugen, dass in vielen Fällen zwischen den einzelnen Neuronen deutliche Anastomosen wirklich existieren.

Alle von uns in dieser Mitteilung beschriebenen Nervenzellen, haben wir mittels Methylenblaumethode in so großer Anzahl und so wunderschön und deutlich ausgedrückt erhalten, dass es uns unerklärlich war, wie dieselben der Aufmerksamkeit einiger unserer Vorgänger (Retzius, Rath) sich entziehen konnten, da sich dieselben doch auch der Methylenblaumethode bedient und den bipolaren Zellentypus gesehen haben. Wir versuchten es deshalb anfangs, diese Zellen, Anastomosen und Plexus nicht für Nervelemente zu halten, und meinten, es handle sich vielleicht um besondere Pigmentzellen. — Bald aber erwies sich diese Annahme als grundlos, denn wir haben ja hie und da wirkliche Pigmentzellen gefunden, die aber 1. immer von gelblich-braunlicher oder orange-braunlicher Farbe sind, und 2., wiewohl vielfach verästelt, jedoch ganz andere Gestalten besitzen als die Nervenzellen. Auf den durch Methylenblau *intra vitam* gefärbten Präparaten zeichnen sich alle Nervelemente durch eine sehr schöne tief blaue Farbe aus, während die Pigmentzellen ihre gelblich- oder orange-braune Farbe behalten und außerdem sich in ihrem ganzen Habitus so deutlich auszeichnen, dass es unmöglich erscheint, sie mit den zierlichen Nervelementen zu verwechseln. —

Wir kommen also inbetreff des sensiblen peripherischen Nervensystems beim Flusskrebse zu folgenden Schlüssen:

1. Es giebt bipolare sensible Nervenzellen, die mehr oder weniger tief liegen, und deren distaler Fortsatz in die Borstenwurzel oder in den Haarschaftsraum der Borste eindringt (Typus Rath-Retzius).
2. Es giebt einen mehr oberflächlich, dicht unter dem Epithel gelegenen Nervenzellenplexus (Bethe), der aus Zellen von verschiedenen Typus besteht, und namentlich
 - a) rundliche Zellen, die am meisten den bipolaren ähnlich sind und an einem Pole in einen proximalen Fortsatz (Axenfortsatz) sich verlängern, während zahlreiche andere kurze Fortsätze unterhalb der Borstenwurzeln endigen;

- b) konische Zellen, die sich einerseits in einen langen proximalen Fortsatz, andererseits in zahlreiche sich verästelnde dendritische Fortsätze verlängern;
 - c) multipolare Zellen von mehr oder weniger unregelmäßigen Gestalten (Bethe'scher Typus) die in zahlreiche sich teilende und verästelnde Fortsätze auslaufen, zwischen denen ein langer Axenfortsatz gewöhnlich nicht zu unterscheiden ist. Seltener ist derselbe auch hier zu sehen (Fig. 8).
3. Die Axenfortsätze treten entweder direkt in größere Nervenäste ein, oder sie verbinden sich mit sehr langen, dicht unter dem Epithel verlaufenden Fasern, die sich verflechten und sich zu größeren Nervenästen vereinigen (Fig. 8).
 4. Die dendritischen Fortsätze der Zellen des Nervenplexus bilden oft sehr zierliche, manehmal bäumchenähnliche Endverästelungen und innervieren die weiten diskoidalen flachen Basalkuppel der kleinsten hakenförmigen Borsten oder sie enden frei unter oder im Epithel selbst an einer borstenfreien Stelle (z. B. an der Bauchwand).
 5. Es giebt Verbindungen zwischen den einzelnen Zellen des Nervenplexus von dreierlei Arten:
 - a) Verbindungen mittels breiter protoplasmatischer Brücken;
 - b) Verbindungen mittels längerer dünner Nervenfortsätze, die ungeteilt und unmittelbar von einem Zellenleibe zum anderen verlaufen;
 - c) Verbindungen der Nervenfaserverästelungen der benachbarten Zellen.

Zuletzt wollen wir noch einige allgemeine Betrachtungen inbetreff der phylogenetischen Bedeutung des subepithelialen Nervenplexus anführen.

Im Jahre 1895 hat Bethe¹⁾ in seiner Arbeit „Subepithelialer Nervenplexus der Ctenophoren“ folgende Meinung ausgesprochen: „Den Nervennetzen steht bei höheren Tieren das System der isolierten Nervenleitung als etwas sowohl anatomisch als funktionell ganz Verschiedenes gegenüber“. „In den letzten Monaten — sagt er weiter — habe ich auch eine große Anzahl vorzüglicher Methylenblaupräparate vom centralen und peripheren Nervensystem von *Carcinus*, *Astacus* und *Pagurus* auf diesen Punkt hin durchmustert und habe niemals Anastomosen beobachten können. Ich halte daher die herrschende Ansicht von der isolierten Nervenleitung für durchaus richtig, und glaube mit Recht die Nervennetze dem übrigen Nervensysteme als etwas ganz Verschiedenes gegenüberstellen“. In dem Aufsätze aus dem Jahre 1896 beschreibt Bethe eben einen Nervenplexus in den Mundteilen des Flusskrebses und beobachtet hier im

1) Biol. Centralblatt, 1895.

Gegensätze zu seinen früheren Ansichten wahre Netze; er sagt nun, dass es ein neuer Beweis ist für die allgemeine Verbreitung dieser Form des Nervensystems, welche durch die Kontinuität ihrer Elemente in einen Gegensatz zum System der isolierten Neurone tritt. Gegen die Behauptung, dass zwischen diesen beiden Formen der Elemente ein Gegensatz — vom morphologischen Standpunkte betrachtet — existiert, tritt mit Recht Dr. Bogumil Nemeč auf¹⁾. Dass hier in keinem Falle ein morphologischer Gegensatz vorhanden ist, das beweisen auch unsere Beobachtungen.

Wir sehen nämlich, dass einerseits zwischen den bipolaren Rath-Retzius'schen Elementen, die isolierte Neuronen darstellen, und andererseits zwischen den multipolaren, keinen Axenfortsatz besitzenden und wahre Netze bildenden Zellen des subepithelialen Nervenplexus, ein Uebergang bestehe, und namentlich in denjenigen Zellen, welche sowohl in der Bildung des subepithelialen Nervenplexus und der Nervenetze Anteil nehmen, wie auch mit sehr langen Axenfortsätzen versehen sind, die ohne Zweifel sich im centralen Nervensysteme ganz ähnlich verhalten, wie die Axenfortsätze der Rath-Retzius'schen bipolaren Zellen.

Zum Beweise dieses Ueberganges dienen nicht nur die oben-erwähnten Nervelemente beim *Astacus*, sondern dasselbe bezieht sich auch auf die manchmal anastomosierenden, subepithelialen großen multipolaren Zellen Rina Monti's, bei den Süßwasserdendrocölen.

Aus den beim *Astacus* existierenden Verhältnissen ist es auch möglich, sich den phylogenetischen Entwicklungsgang der betreffenden Elemente vorzustellen. Auf der ersten, niedrigsten Stufe bleiben nun kontinuierliche, ganz peripherische Nervenzellennetze (z. B. bei den Ctenophoren). Eine zweite Stufe manifestiert sich darin, dass neben der Kontinuität des allgemeinen subepithelialen Nervenplexus hier und da Zellen dieses letzteren in Axenfortsätze auslaufen, die im Centrum mit anderen Neuronen schon nur per contactum in Verbindung stehen. Auf einer noch höheren, dritten Stufe verlieren die mit den Axenfortsätzen versehenen Zellen jeden kontinuierlichen Zusammenhang mit anderen Zellen des Plexus, entfernen sich von der Peripherie und vertiefen sich allmählich, indem sie sich auf diese Weise den Nervencentren nähern. So entstanden z. B. die Rath-Retzius'schen, isolierten, bipolaren Neuronen beim Flusskrebse. — [79]

Ueber die Histogenese der Kleinhirnrinde.

Von Dr. S. Popoff.

(Viertes Stück.)

Im Jahre 1894 erschien die Arbeit Ernst Lugaro's, die die Frage über die Histogenese der Körner der Kleinhirnrinde erörtert.

1) Anat. Anzeiger, 1896.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1897

Band/Volume: [17](#)

Autor(en)/Author(s): Nusbaum Hilarowicz Jozef, Schreiber Witold

Artikel/Article: [Beitrag zur Kenntnis des peripherischen Nervensystems bei den Crustaceen 625-640](#)