

wieder ein Konvergenzcharakter ist, will ich dahingestellt sein lassen. Sind doch selbst die Elapiden von den Colubriden kaum scharf zu trennen.

## Der subepitheliale Nervenplexus der Ctenophoren.

Von **Albrecht Bethe**.

Die Frage nach einem Nervensystem der Ctenophoren hat schon viele Forscher beschäftigt und die Zahl der Ansichten kommt der Zahl der Untersucher fast gleich.

Eschholz und Mertens, welche zuerst auf diesen Punkt eingingen, leugneten die Existenz eines Nervensystems ganz. Nachdem dann von M. Edwards der „Sinneskörper“ entdeckt war, wurde dieser in Verbindung mit den Meridianstreifen als Nervensystem angesehen und diese Auffassung besonders von Leuekart, Gegenbaur und Kowalevsky vertreten. Bei genauerer histologischer Untersuchung stellte sich jedoch das Fehlen eigentlicher nervöser Elemente in diesen Gebilden heraus. Besonders erwiesen sich die als Nerven angesehenen Meridianstreifen als Wimperrinnen.

Eimer [1] beschrieb nun ein durch die ganze Gallerte des Ctenophorenkörpers verbreitetes, diffuses Netz aus Ganglienzellen und Nerven bestehend, das einerseits mit den Epitelzellen, andererseits mit der Muskulatur in Zusammenhang stehen und besonders in den oberflächlichen Schichten der sogenannten „Nerven“ sich vorfinden sollte.

Im Gegensatz zu Eimer leugnet Chun [2] die Existenz mesodermaler, in der Gallerte gelegener Nerven-elemente ganz und stellt trotz des Fehlens charakteristischer Elemente den Sinneskörper mit den Meridianstreifen als einziges Nervensystem hin. Die Muskeln der Gallerte lässt er sich auf direkte Reizungen hin ohne nervöse Vermittlung kontrahieren und den Reiz direkt von Muskel zu Muskel fortpflanzen.

Dem hält R. Hertwig, wie ich glaube mit Recht, entgegen, dass die in Zurückziehung des Trichterpols und der Plättchenreihen bestehende Reaktion auf Berührung so schnell erfolgt, dass sie ohne Vermittlung nervöser Elemente nicht zu erklären ist und dass „die Begriffe Nerv, Nervensystem und Centralorgan des Nervensystems anatomisch, histologisch und physiologisch genau bestimmt sind und nicht nach dem Belieben des Einzelnen in einem anderen Sinne als üblich angewandt werden können“. Er selber fand nun bei der Untersuchung einer größeren Anzahl von Ctenophorenarten unterhalb des Epithels einen ektodermalen Plexus großer multipolarer Zellen, welcher dem in Gemeinschaft mit seinem Bruder bei Medusen [4] gefundenen sehr ähnlich war und den er in Verbindung mit Fasern der Gallerte als das wirkliche und einzige Nervensystem der Ctenophoren ansah.

Nach Hertwig wurden die Ctenophoren noch einmal von Samassa [5] auf nervöse Elemente hin untersucht und die Resultate seiner umfangreichen Arbeit waren in dieser Beziehung ganz negativ. Er konnte weder den von Hertwig an einer ganzen Reihe von Arten gefundenen ektodermalen Nervenplexus auffinden, noch überhaupt Elemente entdecken, welche er für Nerven und Ganglienzellen hätte halten können. Er kam somit, da er es bei der Art und Weise seiner Untersuchung nicht für möglich hielt, dass ihm etwas entgangen sei, zu dem Schluss, dass die Ctenophoren eines Nervensystems in anatomischer Beziehung ganz ermangelten.

Im Sommer dieses Jahres hatte ich Gelegenheit einige Präparate, welche Herr Professor Hertwig seiner Zeit zu seiner Ctenophorenarbeit [3] gemacht hatte, durchzusehen und ich überzeugte mich davon, dass das von Samassa geleugnete Nerven-Gangliennetz ganz in der Weise existiert, wie es von Hertwig abgebildet wurde. Als ich bald darauf nach Helgoland kam, versuchte ich neben andern Arbeiten dieses Netz mit der Methylenblaumethode an *Cydrille* darzustellen, trotzdem Samassa diese Methode mit negativem Erfolg anwandte und trotzdem er bei der Besprechung ihrer Anwendung bei Ctenophoren sagt, „einen Plexus unter dem Epithel findet man nie“. Ich erhielt in der That schon nach wenigen Versuchen Färbungen von Zellen dicht unter dem Epithel, welche den von Hertwig abgebildeten sehr ähnlich waren und deren Ausläufer sich oft auf weite Strecken hin verfolgen ließen.

Ich verfuhr folgendermaßen: Entweder setzte ich ganze, gut lebende *Cydrillen* in ein Gefäß mit Meerwasser, welches mit Methylenblau schwach gefärbt war (etwa 1 : 4000), ließ sie darin 1—2 Stunden herumschwimmen, bis sie deutlich blau gefärbt waren, und schnitt dann zur Untersuchung Stückchen aus dem Epithel heraus; oder ich teilte eine lebende *Cydrille* in passende Stücke, welche in eine Mischung von 1 Teil Seewasser, 1 Teil *Aqu. dest.* und einigen Tropfen einer starken Methylenblaulösung gelegt und ab und zu unter dem Mikroskop auf den Gang der Färbung hin kontrolliert wurden. Ein bestimmter Zeitpunkt für den Eintritt der Färbung lässt sich weder bei der einen noch bei der andern Methode angeben. Man muss eben warten und kontrollieren. Wie Samassa [5] angegeben, färben sich je nach der Länge der Einwirkung sehr verschiedene Elemente, ja man kann beinahe Alles auf diese Weise zur Darstellung bringen. Lässt man ein Tier lange in der Farblösung, so kann man beim lebenden Tier die Muskeln und die Kerne des ganzen Epithels mit samt den Kernen der Ruderplättchen gefärbt sehen. Es ist durchaus irrig, wenn von einigen Seiten behauptet wird, es färbten sich nur tote Kerne, wenigstens trifft dies für Farbstoffe der Gruppe, zu der das Methylenblau gehört, nicht zu. Man kann einzelne Ruderplättchen aus einem so gefärbten Tier

herauszupfen und sich überzeugen, dass alle Kerne des Plättchens gefärbt sind und dass es sich trotzdem munter umhertummelt. Man kann noch weiter gehen und ein gefärbtes Ruderplättchen in die einzelnen Geißelzellen zerzupfen, welche dann noch Stunden lang mit dunkel tingiertem Kern und schwacher Färbung des Plasmas und der Geißel herumschwimmen.

Ich möchte an dieser Stelle einen Irrtum oder eine Undeutlichkeit im Ausdruck in Samassa's Arbeit [5] klarlegen, damit sie nicht zu weiteren Irrtümern Veranlassung gibt. Er schreibt nämlich über die vitale Methylenblaufärbung: „Sie gründet sich, soweit bis jetzt bekannt, darauf, dass Methylenblau infolge des höheren Sauerstoffbedürfnisses des Nerven von ihm zu Methylenweiß reduziert und dieses bei Absterben des Nerven an der Luft zu Methylenblau wieder oxydiert wird.“ Danach möchte es scheinen, als ob das Methylenblau Sauerstoff an den Nerv abgibt; da nun aber im Methylenblau nicht ein einziges Atom Sauerstoff vorhanden ist, so kann der Vorgang nicht dieser Art sein, vielmehr kommt die Reduktion des Methylenblaus zum Lenkoprodukt durch Addition von Wasserstoff zu Stande, eine Thatsache, die dem Chemiker seit langem bekannt ist.

Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 1. Subepitheliales Nervenetz von Cydippe. Vergrößerung: Seitz, Oc. I. Obj. VII. Auf  $\frac{2}{3}$  verkleinert.

Fig. 2. Nervenetz von Cydippe (vom Anfang des Magens). Vergrößerung: Seitz, Oc. I. Obj. VII. Auf  $\frac{2}{3}$  verkleinert.

Die Färbung des subepithelialen Plexus erfolgt erst, wenn auch schon andere Teile sich etwas gefärbt haben, und bleibt nach meinen Erfahrungen nur sehr kurze Zeit erhalten. Dem schnellen Verschwin-

den der Färbung ist es auch zuzuschreiben, dass mir die Fixation weder mit meiner Methode [6], deren Veröffentlichung in nächster Zeit erfolgen soll, noch mit Ammoniumpicrat gelang, indem die Färbung schon verschwunden ist, wenn die Fixierungsflüssigkeit bis zum Plexus eingedrungen ist. Da die Färbung immerhin eine Viertelstunde erhalten bleibt, so hat man genügende Zeit kleine Gebiete genau zu durchmustern und zu zeichnen; auch hoffe ich, dass bei erneuten Versuchen die Fixierung gelingen wird.

Meine Befunde stimmen mit denen Hertwig's [3] fast in allen Punkten überein: Dicht unter dem Epithel der Körperoberfläche (Fig. 1) und des Magens (Fig. 2) liegen einzelne große Zellen, von denen meist drei seltener vier Fortsätze ausgehen, welche sich gemeinlich noch weiter teilen. Mittels dieser Ausläufer stehen alle Zellen miteinander in Verbindung, sodass ein wirkliches Nervenetz vorhanden ist. Ein anderer Teil der Ausläufer scheint mit Elementen des Epithels in Verbindung zu stehen: mit welchen und in welcher Weise kann ich zur Zeit noch nicht angeben. Ein dritter Teil senkt sich in die Gallerte und zeigt in seinem Verlauf eine Verdickung, in der ein länglicher Kern liegt. (Fig. 1 z. Eine Verbindung dieser Elemente mit dem Plexus konnte in dem zur Darstellung gebrachten Präparat nicht gefunden werden, trat aber in andern Präparaten mit Deutlichkeit hervor). Ob diese Elemente den von Hertwig als mesodermalen Teil des Nervensystems bezeichneten Gebilden entsprechen, wage ich nicht mit Bestimmtheit zu entscheiden. Einen Zusammenhang dieser Fäden einerseits untereinander, andererseits mit den Muskeln konnte ich nicht wahrnehmen, da sie nie auf weitere Strecken zu verfolgen waren.

So unvollkommen diese Befunde noch sind, so zeigen sie doch wenigstens mit Sicherheit, dass der von Samassa [5] geleugnete, subepitheliale Nervenplexus Hertwigs [3] thatsächlich existiert. Wie ich schon oben hervorgehoben habe, sind die Zellen des Plexus deutlich per continuitatem mit einander verbunden. Dieses typische Nervenetz steht nun nicht vereinzelt im Tierreich da, vielmehr sind schon in mehreren Tierkreisen analoge Bildungen angetroffen worden. Dogiel [7] fand in der Haut und an den Gefäßen der Genitalorgane des Menschen aus zusammenhängenden Zellen gebildete Nervenetze. Eben solche Netze konnte ich unterm Epithel des Gaumens beim Frosch [6] und Weißfisch und an den Gefäßen derselben Tiere mittels Methylenblau darstellen. Neuerdings ist es mir gelungen, auch am Darm und den Darmdrüsen bei einem Arthropoden (*Mysis*) ähnliche Gebilde aufzufinden. Ein typisches subepitheliales Nervenetz mit häufig eingestreuten Ganglienzellen fand auch Herr Professor Ehrlich, wie er mir mündlich mitteilte und an der Hand einiger Zeichnungen demonstrierte, bei *Distomum spec.?* aus der Blase vom Frosch. Ferner sind hierher zu rechnen die subepithelialen Nervenplexus, welche die

Gebrüder Hertwig bei Aktinien [8], Medusen [4] und *Sagitta* [9] auffanden, bei denen es allerdings nur in vereinzelt Fällen gelang einen Zusammenhang der Zellelemente unter einander nachzuweisen.

Den Nervennetzen steht bei höheren Tieren das System der isolierten Nervenleitung als etwas sowohl anatomisch als auch funktionell ganz Verschiedenes gegenüber, wemgleich eine Verbindung beider Systeme zu bestehen scheint. Dass die Zellen des Centralnervensystems mit ihren Ausläufern von einander ganz isoliert sind und keine Verbindungen und Anastomosen mit einander eingehen, ist die Ansicht der meisten Forscher [10] auf diesem Gebiet; neuerdings sind aber besonders von Dogiel und auch von Niemack [12] Einwendungen dagegen gemacht worden. Jedoch hat Kölliker [10] schon berechtigte Bedenken gegen Dogiel's [11] Befunde an den Ganglienzellen der Netzhaut gemacht, und ich selber habe mich überzeugt, dass die von Niemack [12] beschriebenen Anastomosen der Nerven der Froschzunge nicht existieren, weshalb ich auch die von Dogiel [7] in der Haut der Genitalorgane des Menschen beschriebenen Anastomosen sensibler Nerven für irrtümliche Beobachtungen zu halten geneigt bin. In den letzten Monaten 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 Nervenetze dem übrigen Nervensystem als etwas ganz Verschiedenes gegenüberzustellen.

Ich bin nun der Ansicht, dass wir in den Nervennetzen, wie sie bei den Ctenophoren auftreten, eine der ältesten und primitivsten Formen des Nervensystems vor uns haben und dass die isolierte Nervenleitung eine spätere Erwerbung ist. Aber auch bei den höheren Tieren ist neben der isolierten Nervenleitung für gewisse Zwecke, bei denen es sich um sehr einfache und diffuse Reflexe zu handeln scheint, das Nervenetz beibehalten worden.

Auf die Physiologie der Ctenophoren will ich hier nicht weiter eingehen, da die Zahl meiner eignen Versuche noch zu gering ist. Ich hoffe später einmal dieselben in erweitertem Maße wieder aufnehmen und darüber berichten zu können. Hier will ich nur noch auf einen Irrtum Samassa's [5] aufmerksam machen. Er schreibt auf S. 228 über *Callianira*: „Der Hauptzweck der Muskulatur dürfte hier darin bestehen, das spezifische Gewicht des Tieres zu vergrößern oder zu verkleinern, ein Vermögen, welches allen Ctenophoren zukommt und worauf neuerdings Verworn aufmerksam gemacht hat.“ Nun gelingt es bekanntlich nur bei der Anwendung der größten uns zu Gebote stehenden Kräfte eine Flüssigkeit auf einen geringen Bruchteil ihres

Volumens zu komprimieren und dadurch ihr spezifisches Gewicht um ein geringes zu vergrößern. Dass einer Ctenophore eine derartige Kraft nicht zu Gebote steht und dass ihre Wände einen derartigen Druck nicht auszuhalten im Stande sind, bedarf wohl keiner weiteren Erörterung.

#### Litteratur.

- [1] Eimer, a) Zoologische Studien auf Capri. 1) Ueber *Beroë ovatus*. Leipzig 1873.  
b) Versuche über künstliche Teilbarkeit von *Beroë ovatus*. Archiv für mikrosk. Anatomie, Bd. XVII.
- [2] Chun, Das Nervensystem und die Muskulatur der Rippenquallen. Abhandlungen der Senckenbergischen Gesellschaft, Bd. XI.
- [3] R. Hertwig, Ueber den Bau der Ctenophoren. Jena 1880.
- [4] O. u. R. Hertwig, Das Nervensystem und die Sinnesorgane der Medusen. Leipzig 1878.
- [5] Samassa, Zur Histologie der Ctenophoren. Archiv für mikr. Anat., Bd. XL.
- [6] B e t h e, Die Nervenendigungen im Gaumen und in der Zunge des Frosches. Archiv f. mikr. Anat., Bd. 44, 1894.
- [7] D o g i e l, Die Nervenendigungen in der Schleimhaut der äußeren Genitalorgane des Menschen. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 41, 1893.
- [8] O. u. R. Hertwig, Die Aktinien, anatomisch und histologisch, mit besonderer Berücksichtigung des Nervenmuskelsystems untersucht. Jenaische Zeitschrift f. Naturwissenschaften, Bd. 14.
- [9] O. Hertwig, Ueber die Anatomie und Histologie der Chaetognathen. Jenaische Zeitschr. f. Naturw., Bd. 14.
- [10] Kölliker, Handbuch der Gewebelehre des Menschen. Leipzig 1893.
- [11] D o g i e l, Zur Frage über den Bau der Nervenzellen und über das Verhältnis ihres Axenzylinderfortsatzes zu den Protoplasmafortsätzen. Arch. f. mikrosk. Anat., Bd. 41, 1893.
- [12] N i e m a c k, Der nervöse Apparat in den Endscheiben der Froschzunge. Anatomische Hefte, 1892.

## Die Bedeutung der Befruchtung und die Folgen der Inzestzucht.

Von **Wilhelm Haacke**.

Unter allen Fragen der theoretischen Biologie, die heute im Vordergrund der Diskussion stehen, nimmt die nach der Wirkung der Befruchtung eine der ersten Stellen ein. Ich bin auf Grund ausgedehnter Versuche zu Anschauungen über die Bedeutung der Befruchtung und die Folgen der Inzestzucht gelangt, die mir der Beachtung der Theoretiker und Praktiker auf biologischem Gebiete wert zu sein scheinen, und die ich im folgenden entwickeln will.

Meine Anschauungen stehen denjenigen Weismann's, der das Haupt einer ausgedehnten Biologenschule ist, diametral gegenüber, und es wird deshalb notwendig sein, dass ich zunächst meine Nichtüberein-

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1895

Band/Volume: [15](#)

Autor(en)/Author(s): Bethe Albrecht

Artikel/Article: [Der subepitheliale Nervenplexus der Ctenophoren. 140-145](#)