

dürfte dem Leser indessen jetzt schon einleuchten, dass meine neuen Kunstausrücke Beachtung und vielleicht den Vorzug vor älteren verdienen. So wird das, was wir bisher „Schutzfärbung“ nannten, was aber nicht allein die Färbung, sondern oft auch die Zeichnung betraf, durch das umfassendere „Schutzmal“, welches Größenmal, Formmal, Kleidmal und im letzteren Falle Farbmal und Zeichnungsmal sein kann, ersetzt. Schützende Farbmale allein wollen wir Schutzfärbung nennen; zu ihnen gesellen sich die schützenden Zeichnungsmale, welche die Schutzzeichnung bilden. Schutzfärbung und Schutzzeichnung stellen zusammen die Schutzkleidung dar, zu der sich die Schutzform und die Schutzgröße als zwei weitere Kategorien der Schutztracht gesellen. [25]

(Zweites Stück folgt.)

Bemerkungen über den Bau der markhaltigen Nervenfasern.

(Doppelt oder einfach konturiert?)

Von **Benedict Friedlaender** in Berlin.

Die folgenden Zeilen beziehen sich auf eine sehr alte und bis auf den heutigen Tag nicht beseitigte Unsicherheit in der Deutung des Aussehens der markhaltigen Nervenfasern. Schon zur Zeit der Abfassung meiner Abhandlung über die damals sog. Neurochorde und markhaltigen Fasern der Crustaceen und Anneliden (Neapler Mitteilungen 1889) war ich darauf aufmerksam geworden, ohne jedoch trotz eines ziemlich umfangreichen Litteratur-Studiums eine befriedigende Erklärung der Widersprüche zwischen den namhaftesten Histologen finden zu können. Freilich ist die Litteratur über Nervenhistologie so ausgedehnt, dass man sich fast sehnt, eine eigentlich ziemlich naheliegende Erklärung als neu zu veröffentlichen. Das war auch einer der Gründe, weswegen ich meinen Erklärungsversuch, auf den ich schon vor längerer Zeit gekommen bin, bisher nicht bekannt gegeben habe. Man wird es jedoch hoffentlich als zulässig ansehen, wenn ich mich hierin auf die annähernde Vollständigkeit und Sorgfalt eines umfangreichen modernen Lehrbuches eines Spezialisten wie Kölliker verlasse; in dessen „Handbuch der Gewebelehre“ (II. Bd., 1. Hälfte, Leipzig, Engelmann 1893, S. 6) ist nämlich des fraglichen Widerspruchs gedacht, ohne daß eine, wie mir scheinen will, befriedigende Erklärung gegeben würde.

Es handelt sich um die Frage nach dem sogenannten „doppelten Kontur“ der markhaltigen Fasern.

Die einen glauben, daß der „doppelte Kontur“ bereits den frischen und unveränderten Fasern zukomme; die andern, unter ihnen auch Kölliker, vertreten die Ansicht, dass „die markhaltigen Nervenfasern

von Hause aus einfach konturirt sind und erst nach und nach doppelte Umrisse annehmen“, und noch später in verschiedenen Graden körniges Mark zeigen. „Man bezeichnete diese Umwandlungen“, fährt Kölliker fort, „bisher als „Gerinnung““ und ist nicht zu leugnen, daß für eine solche Deutung namentlich die Umwandlungen sprechen, welche das herausgeflossene Nervenmark erleidet, indem an demselben ebenfalls doppelte Konturen und später körnige Umwandlungen im Innern auftreten.“

Nach diesen Ausführungen von Kölliker und andern scheint es allerdings so, als ob der sogenannte „doppelte Kontur“ im lebenden Zustande noch nicht sichtbar sei sondern erst mit dem Absterben der Fasern auftrete. In der Nervenhistologie steht nun leider sehr viel weniger wirklich fest, als der Fernstehende anzunehmen geneigt ist. So erscheint dann der fragliche Widerspruch in recht bedenklichem Lichte; ich will gestehen, dass er mich früher förmlich beunruhigt hat. Der doppelte Kontur ist der optische Querschnitt der Markscheide; und wenn er in der lebenden Faser nicht sichtbar ist, so muß hierfür eine befriedigende Erklärung gefunden werden; widrigenfalls grundsätzliche Unsicherheiten bestehen bleiben. So könnte beispielsweise ein Skeptiker womöglich gar auf die Idee kommen, dass die ganze Markscheide ein postmortales Gebilde und dass in der lebenden Faser das Mark etwa mit der Axenzylindersubstanz gemischt sei. Von meiner Erklärung, die später besprochen wird, abgesehen, kann nämlich die Unsichtbarkeit des doppelten Konturs nur so gedeutet werden, daß entweder die Markscheide als solche in der lebenden Faser nicht existiere, oder aber zwar schon vorhanden sei, jedoch ein Brechungsvermögen besitze, das von dem der Axenzylindersubstanz nicht merklich abweiche. Letzteres scheint z. B. Kölliker's Ansicht zu sein; erst durch die sogenannte Gerinnung entsteht nach dieser Meinung eine hinreichende Aenderung der Brechungsindices, um eine optische Sonderung des Marks und des Axenzylinders, nämlich eine deutliche Begrenzung der Markscheide nach innen, zu erzeugen.

Man ist gewohnt, die Nervenfasern als ganz besonders zarte und veränderliche Gebilde anzusehen, und hat damit auch Recht. Allein, es will mir so scheinen, als ob man hierin zu weit gegangen sei. Kölliker selbst hat eine Entdeckung gemacht, die auch für diese Frage von grosser Bedeutung ist und gegen seine Auffassung spricht. In seiner Abhandlung über die „Vitalität der Nervenröhren“ in der Zeitschrift f. wiss. Zoologie, Bd. IX, 1858, S. 417 berichtet er nämlich, dass Nervenfasern nach Behandlung mit 10% Kochsalzlösung, ja sogar nach Eintrocknung, binnen kurzer Zeit wieder funktionsfähig werden können. Es ist nun schwer zu glauben, dass den Nervenfasern dies in so kurzer Zeit möglich sein sollte, wenn ihre feinere Struktur

erst einmal durch Gerinnungen u. dgl., die angeblich so leicht eintreten, zerstört worden ist. Die Behandlung mit 10% Kochsalzlösung ist doch nun aber eine sehr viel ärgere Mißhandlung, als diejenigen Eingriffe, die notwendig sind, um ein Nervenfaserbündelchen zur mikroskopischen Betrachtung herzurichten, wenigstens dann, wenn man die selbstverständliche Vorsicht anwendet, die Fasern vor Salzlösungen von zu geringer Konzentration, oder gar destillirtem Wasser, zu schützen. Dennoch aber soll angeblich eine ganz besondere Vorsicht notwendig sein, wenn das ursprüngliche Aussehen der vermeintlich oder wirklich einfach konturierten „dunkelrandigen“ Fasern erhalten werden soll.

Ich habe viele markhaltige Fasern bei Gelegenheit meiner früheren Studien (Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 58, 60, Mitteilung der Neapler Station, Bd. 9 S. 205) betrachtet, freilich vorwiegend markhaltige Fasern wirbelloser Tiere; aber auch mit dem Ischiadicus des Frosches habe ich oft zu thun gehabt, und endlich auch lebende Fasern in kleinen durchsichtigen Fischen betrachtet, letzteres ausschließlich in der Absicht, hinter die Geheimnisse des fraglichen Widerspruchs zu kommen. Ich will hervorheben, dass es lange gedauert hat, ehe ich Fasern des Ischiadicus fand, die keinen doppelten Kontur besaßen. Ich hatte sie dabei mit großer Sorgfalt und mit möglichster Schnelligkeit zu lockeren Bündelchen isoliert und in physiologischer Kochsalzlösung, oder auch in Froschblut, nach Art der Beobachtungen „in hängenden Tropfen“ montiert, um Druck und Austrocknung zu gleicher Zeit auszuschließen. Eine andere Art der Herrichtung sollte dann, wie ich glaube, den Schlüssel zum Ganzen liefern. Es ist im wesentlichen dieselbe, die ich schon zum Studium der markhaltigen Fasern (der früher sogenannten Neurochorde), des Anneliden *Mastobranchus* angewandt hatte. Das Präparat wurde nämlich so zugeschnitten, dass zwischen zwei Stückchen der hinteren Extremität nichts außer dem Nerven übrig blieb, so dass man also an jenen Stücken als Handhaben die Spannung des sie verbindenden Nerven ändern konnte. Der Nerv wurde dann in der Mitte gespalten, und Theile von ihm gleichfalls entfernt, so dass an einer Stelle schließlich nur noch einige Fasern vorhanden waren, die gut zu beobachten waren und deren Spannung in der angegebenen Weise reguliert werden konnte. Hierbei ergab sich nun zunächst das Resultat, dass die bekannten Varikositäten der Markscheide durch vermehrte Spannung zwar nicht gänzlich, aber doch teilweise ausgeglichen werden konnten, wie ich das schon für *Mastobranchus* angegeben hatte. Der Versuch gelingt nicht so gut, wie bei *Mastobranchus*, aber doch hinreichend, um jene Varikositäten weniger auf chemische Aenderungen, als auf einen rein mechanischen Vorgang, den ich bei *Mastobranchus* als „Zusammenschnurren“ bezeichnet hatte, zurückzuführen.

Isolierte, frei flottierende Fasern, namentlich aber Rissenden, ziehen sich unregelmäßig zusammen, wodurch die bekannten Varikositäten entstehen. Die Markscheide bildet bei jener Kontraktion, die vielleicht auf eine elastische Beschaffenheit einer Stützsubstanz zurückzuführen ist, eben jene eigentümlichen tropfenartigen, wurstförmigen oder gedrehten Falten und Anschwellungen, die bei der starken Brechung der Marksubstanz das bekannte, oft beschriebene und abgebildete Aussehen zeigen. Für unsere Frage ist nun aber der Umstand wichtig, dass es mir mitunter gelang, aus einer deutlich doppelt konturierten Faser eine solche zu machen, auf die die Bezeichnung einer „einfach konturierten, dunkelrandigen“ passte. Vermehrte Spannung der Faser, besonders mit gleichzeitiger Verkleinerung der Blendenöffnung des Kondensors ließ den vorher deutlichen inneren Kontur der Markscheide verschwinden. Ja, es genügte mitunter die Verkleinerung der Blendenöffnung oder das Hinabschrauben des ganzen Abbe'schen Beleuchtungsapparats allein zu diesem Zwecke. Soweit man wenigstens aus den Beschreibungen und Abbildungen anderer Beobachter, oder aus der Bezeichnungsweise, — bei den einen als „dunkelrandiger, einfach konturierter“, bei den anderen Autoren als „doppelt konturierter Fasern“ — eine Vorstellung davon gewinnen kann, was für mikroskopische Bilder von den verschiedenen Forschern gesehen wurden, so schien mir das Aussehen der etwas entspannten und mit weiterem Kegel beleuchteten Faser die eine Bezeichnung („doppelt konturiert“), das Aussehen der stärker gespannten und mit engerem Kegel beleuchteten Faser die andere Bezeichnung („einfach konturiert dunkelrandig“) zu verdienen.

Sollte vielleicht der wunderliche Widerspruch erklärt sein? Denn es ist doch wohl wunderbar, wenn verschiedene mit guten Augen und vorzüglichen Mikroskopen versehene und dazu in solchen Dingen geübte Beobachter nicht einmal darüber einig werden können, ob ein so alltägliches Objekt, wie die markhaltige Faser, einen oder zwei Konturen habe.

Weiteres Licht wird auf diese Angelegenheit durch das Aussehen eines anderen sehr gewöhnlichen Gegenstandes, nämlich der Glasröhren geworfen. In einer Unterhaltung mit meinem verehrten Lehrer, Herrn Geheimrat Prof. F. E. Schulze, erwähnte ich einmal die Aehnlichkeit des Aussehens der markhaltigen Fasern mit Glasröhren, indem diese ja in ganz ähnlicher Weise „doppelt konturiert“ seien, wie die markhaltigen Fasern. Beides wurde mir bestritten; und dennoch hatten wir in ganz ähnlicher Weise beide Recht, wie etwa Ranvier auf der einen und Kölliker auf der anderen Seite. Ich hatte nämlich bei jenem Vergleiche stillschweigend an Capillarröhren mit verhältnismäßig starken Wandungen, Herr Professor Schulze aber an dickere Röhren, etwa vom Caliber eines Lampenzylinders gedacht.

In der That braucht man nur das eine Mal eine gläserne Kapillare und das andere Mal einen gewöhnlichen Lampencylinder gegen einen gleichmäßig hellen Hintergrund gehalten zu betrachten, um sich von der Richtigkeit unserer letzten Behauptung zu überzeugen. Die Erklärung des Ganzen dürfte nun auch nicht mehr schwer sein, wenigstens wenn man von einer exakt mathematischen Berechnung absieht. Der eine, nämlich der innere Kontur der Röhre oder der markhaltigen Faser ist der optische Schnitt der inneren Grenze des Glases oder des Marks. Man kann diesen nun offenbar nur durch die darüber liegenden Glas- oder Markschichten hindurch erblicken, und dies ist natürlich nur möglich, wenn die von jener inneren Glas- oder Markgrenze ausgehenden Strahlen nicht von der äußeren Glas- oder Markfläche — total reflektiert werden. Die totale Reflexion hängt bekanntlich von den Brechungsindices der beiden Medien und von der Schiefe der auffallenden Lichtstrahlen ab. Je größer das Brechungsvermögen der Wand im Verhältnis zu demjenigen des umgebenden Mediums ist, und je schiefer die vom inneren Kontur der Wand ausgehenden Strahlen auf die äußere Wandung treffen, um so größer sind die Chancen für totale Reflexion und somit für den Uebergang vom „doppelt konturierten“ zum „einfach konturierten, dunkelrandigen“ Aussehen. Nun hängt die hier wesentlich in Betracht kommende Schiefe der Strahlen vom Durchmesser der Röhre und von ihrer Wandstärke ab. Die Schiefe wächst mit dem Durchmesser der Röhre und mit der Düntheit ihrer Wandungen, wie eine sehr einfache Ueberlegung lehrt. Bezeichnet r den Gesamtdurchmesser der Röhre, d die Wandstärke und α den Winkel der parallel der optischen Axe des Instruments verlaufenden Strahlen ¹⁾ mit dem Einfallslothe, so ist $\frac{r-d}{r} = \sin \alpha$; und für jeden Winkel α , dessen Sinus gleich oder größer ist, als der Quotient der Brechungsindices der Wandsubstanz, (also des Marks), und des umgebenden Mediums, tritt totale Reflexion ein. Hierzu kommt nun noch die Oeffnung des Beleuchtungskegels und vor allen Dingen jede etwa vorkommende Abplattung des ursprünglich ziemlich genau kreisförmigen Querschnitts der Fasern. Jeder Druck, schon das bloße starke Adhärenzen an dem Objektträger oder (bei Untersuchung nach Art derer im hängenden Tropfen) an dem Deckglase wird nämlich einen so weichen Gegenstand, wie eine Nervenfasern, abplatteten. Hierdurch wird aber die Schiefe der in Betracht kommenden Strahlen vermindert, also die Chance zum Erscheinen eines deutlichen doppelten Konturs vermehrt. Das vorher angedeutete „Zusammenschnurren“ der Fasern mag die Wandstärke vergrößern und deswegen in demselben Sinne wirken. Bei Beobachtung lebender

1) um der Einfachheit wegen von anderen abzusehen.

Fasern in Amphibienlarven und ähnlichen Objekten ist darauf hinzuweisen, dass die Marksheide bekanntlich erst mit einem gewissen Entwicklungsstadium überhaupt auftritt und daher wohl anfänglich eher dünn sein wird; bei solchen Untersuchungen ist also mehr Wahrscheinlichkeit vorhanden „einfach konturierte, dunkelrandige Fasern“ zu sehen.

Um nun meiner Sache sicherer zu gehen, ließ ich mir mikroskopische Glasröhren herstellen, die man ohne Mühe in sehr feinen Kalibern auch selbst machen kann, indem man Kapillaren, an beiden Seiten zugeschmolzen, über dem Zylinder einer Lampe vorsichtig auszieht. Eine aufs Geradewohl ausgewählte Röhre, die bei weitem noch nicht einmal zu den feinsten gehörte, hatte einen Totaldurchmesser von 0,035 mm und eine Wandstärke von 0,01 mm. Sie sieht, in Luft betrachtet, so ziemlich einfach konturiert und dabei dunkelrandig aus; bedeckt man sie aber mit einem etwas stärker als Luft brechenden Medium, wie z. B. Wasser, so sieht man einen sehr deutlichen doppelten Kontur und das Ganze ist dann einer markhaltigen Faser sehr ähnlich. Nun ist freilich die Wandstärke meiner Glasröhren relativ viel bedeutender wie die der Nervenfasern und auch sonst stimmen die in Betracht kommenden Größen nicht überein; dennoch kann die Betrachtung solcher mikroskopischer Röhren ganz lehrreich sein.

Meine Ansicht geht demnach dahin, dass erstens die Marksheide der markhaltigen Fasern nicht nur als solche präformiert ist, sondern auch von Hause aus das verschiedene, nämlich viel größere Lichtbrechungsvermögen besitzt, als die plasmatische Axenzylindersubstanz. Dennoch kann durch rein physikalische Umstände, die mit einer Gerinnung oder andern chemischen Umwandlungen nichts zu thun haben, die innere Grenze des Marks unsichtbar werden, indem die von ihr ausgehenden Strahlen von der äußeren Oberfläche des Marks total reflektiert werden. Je nach Umständen wird dies eintreten oder nicht; und so erklärt sich der Widerstreit der verschiedenen Autoren. Zufällige Gewohnheiten bei der mikroskopischen Arbeit werden dabei leicht von ausschlaggebender Wichtigkeit werden. Wer gern enge Beleuchtungskegel anwendet, wer dünnwandige Fasern wählt, wer diese im Zustande physiologischer oder stärkerer Spannung betrachtet, und ferner Sorge trägt, dass die Fasern nicht durch irgend welchen Druck abgeplattet werden; — der hat alle Chancen, die Fasern „einfach konturiert und dunkelrandig“ zu sehen; wer anders verfährt, wird „deutlich doppelt konturierte Fasern“ finden.

Was nun endlich noch die „doppelt konturierten Marktropfen“ anbelangt, die für einen Gerinnungsvorgang zu sprechen scheinen, so neige ich der Vermutung zu, dass sie überhaupt nicht durchweg aus Mark bestehen; im Gegensatz zu meiner früheren Auffassung. Mir scheint, dass sie einen Bau ähnlich dem der Seifenblasen haben, dass

nämlich die Wand, d. h. die Schicht zwischen den beiden Konturen, aus Mark, das Innere dagegen aus Axenzylindersubstanz bestehe. Der ganze Markzerfall tritt ja vorzugsweise bei Einwirkung von Flüssigkeiten von zu geringem osmotischen Drucke, z. B. reinem Wasser ein. Die Axenmasse nimmt Wasser auf und quillt; der Inhalt der Schwann'schen Scheide wird zu voluminös, hat keinen Platz mehr und quillt daher an den Stellen des geringsten Widerstandes hervor; besonders also an Rissstellen. Hierbei überzieht häufig das mitströmende Mark die Axenzylindersubstanz. Diese Auffassung ist im Wesentlichen u. a. von Rawitz im Archiv f. Anatomie u. Physiologie, Jahrgang 1879, S. 68 u. 69 ausgeführt worden.

Uebrigens möchte ich aber meine Lösung der alten Streitfrage doch nur als eine, wenngleich wahrscheinliche, Hypothese hinstellen. Das etwas nicht sei, lässt sich nämlich sachlich und formell immer schwerer beweisen, als dass etwas ist. Die Idee einer sog. „Markgerinnung“ zu widerlegen, ist nicht leicht. Jedoch scheint mir diese Annahme wenig plausibel, da ja Kölliker's Versuche beweisen, dass die Nervenfasern viel mehr zu ertragen vermögen als man gemeinhin glaubt.

Sehr empfindlich sind sie nur gegen Salzlösungen von zu geringer Konzentration, abgesehen natürlich von allen an sich heftig wirkenden Chemikalien.

Deswegen sehe man zu, ob man nicht mit meiner rein physikalischen Annahme ausreicht, um den Widerspruch unter den berühmtesten Histologen zu erklären. [24]

Berlin, Ende November 1895.

Ortmann, Dr. Arnold E., Grundzüge der marinen Tiergeographie.

Anleitung zur Untersuchung der geographischen Verbreitung mariner Tiere, mit besonderer Berücksichtigung der Dekapodenkrabbe. Jena 1896. G. Fischer.

Ein Buch, welches die Arbeiten über ein bestimmtes Gebiet zusammenfasst, unter allgemeinen Gesichtspunkten behandelt und es sich zur Aufgabe macht, darauf hinzuweisen, wie weit einerseits unsere Kenntnis in Bezug auf dieses Gebiet vorgeschritten ist, wie viel aber andererseits noch zu thun übrig bleibt, wird stets mit Freuden begrüßt werden und sich des Dankes aller Fachgenossen zu erfreuen haben, zumal wenn es, wie in dem vorliegenden Fall, von einem Verfasser geschrieben ist, der durch eine Anzahl eigener einschlägiger Arbeiten in dem betreffenden Gebiete zu Hause ist und seine neuen Gesichtspunkte an einer Reihe von Beispielen aus seinem Spezialgebiet zu erläutern vermag.

Der Verfasser hat es sich in seiner vorliegenden Arbeit zur Aufgabe gemacht, das hochinteressante Studium der marinen Tiergeographie zur gebührenden Anerkennung zu bringen und hat zunächst die Grundzüge festgestellt, nach denen man die Verbreitung mariner Tiere zu untersuchen hat. Es sind dafür einige allgemeine tiergeographische Prinzipien ent-

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1896

Band/Volume: [16](#)

Autor(en)/Author(s): Friedlaender Benedict

Artikel/Article: [Bemerkungen über den Bau der markhaltigen Nervenfasern. 197-203](#)