

Optische Interpretation der Quermembran im Ranvierschen Schnürring

Aus den Untersuchungen von HUXLEY und STÄMPFLI¹ geht hervor, daß zum Verständnis des elektrischen Verhaltens der markhaltigen Nervenfasern in Ruhe und Erregung für die Annahme einer Quermembran im Ranvierschen Schnürring keine Notwendigkeit besteht.

Daß es sich bei der von BETHE² färberisch dargestellten «Siebmembran» um die Sichtbarmachung einer präformierten submikroskopischen Struktur im Achsenzylinder handeln könnte, scheint nach den elektronenmikroskopischen Befunden von DE ROBERTIS³ (*Neurotubuli*) durchaus möglich. Die alleinige Zugänglichkeit von Farbstoffen zum Axon im Schnürring vermag dann eine membranartige Querstruktur vorzutauschen. An der lebenden Faser gelang es v. MURALT⁴ zwischen gekreuzten Nicols und bei teilweiser Kompensation des Gangunterschiedes die kurze freie Strecke des Axons besonders deutlich sichtbar zu machen. Die experimentelle Anordnung in der feuchten Kammer, wo der Abstand zwischen Kondensorfrontlinse und Präparat etwa 6 mm beträgt und somit die Kondensorapertur nicht ausgenutzt wird, weist nun stark darauf hin, daß diese «Quermembran» ein optisches Kunstprodukt ist und als Beckesche Linie^{5,6} gedeutet werden kann. In einer Untersuchung quergestreifter Muskelfasern haben GERENDAS und MATOLTSY⁷ auf solche Phänomene hingewiesen.

Die unsymmetrische Lichtverteilung an der Grenzfläche zweier verschieden stark brechender Medien beruht auf Beugungs- und Brechungseffekten; sie ist besonders bei kleiner Beleuchtungsapertur deutlich ausgeprägt und verschwindet nahezu, wenn Kondensor- und Objektivapertur gleich sind. Charakteristisch ist das Wandern der Lichtlinie in das Medium mit höherem Brechungsindex beim Heben des Mikroskoptubus. WALLGREN⁸ hat auf Grund von Modellversuchen bei hoher und tiefer Tubusstellung auf das Vorhandensein verschiedener Arten granulärer Einschlüsse in weißen Blutkörperchen schließen können. Bei der Beobachtung in einer normalen feuchten Kammer ist für starke Vergrößerung die Beleuchtungsapertur immer wesentlich kleiner als die Objektivapertur und deshalb tritt die Erscheinung der Lichtlinie besonders deutlich hervor.

Methode: Nach der von STÄMPFLI⁹ beschriebenen Technik wurden aus den *nn. tibiales* wohlgenährter Temporarien einzelne Nervenfasern isoliert und im erregbaren Zustand als «hängender Tropfen» in eine feuchte Kammer von 2 mm Höhe gebracht. Die Beobachtung unter gekreuzten Nicols hat den Vorteil, daß die Aufhellung durch Doppelbrechung beliebig kompensiert werden kann, während die Beckesche Linie unbeeinflusst bleibt.

Optische Ausrüstung: Großes Polarisationsmikroskop, Leitz. Beleuchtungsapparat mit fest eingebauter Kollektorlinse ohne Vorklappkondensor, entspricht der kleinsten Apertur. Objektiv $1\frac{1}{12}$, Ölimmersion, num. Ap. 1,30; periplanatisches Okular 10 \times . Photographisches Material: Ilford process plate 9 \times 12, Entwickler ID2.

Ergebnisse: In Abb. 1a bis d ist ein Schnürring unter verschiedenen optischen Bedingungen dargestellt. Abb. 1a: Tubus gehoben, die Beckesche Linie ist in das höher brechende Medium, die Markscheide hineingewandert; sie erscheint besonders im Schnürring als ausgeprägte helle, jedes Internodium einzeln abgrenzende Kontur. Abb. 1b: Der Tubus ist gesenkt, die Linie ist aus der

Markscheide herausgewandert und verläuft nun an der äußeren Begrenzung der Faser. Im Schnürring selbst überlagert sich die Erscheinung und führt so zu einer membranähnlich aussehenden Aufhellung der von der Markscheide unbedeckten Axoplasmastrecke. Die durch Doppelbrechung bedingte Aufhellung ist fast vollständig kompensiert; das Helligkeitsmaximum liegt etwa in der Mitte der Markscheide und ist als sehr schwache Lichtlinie zu erkennen. Im natürlichen Licht,

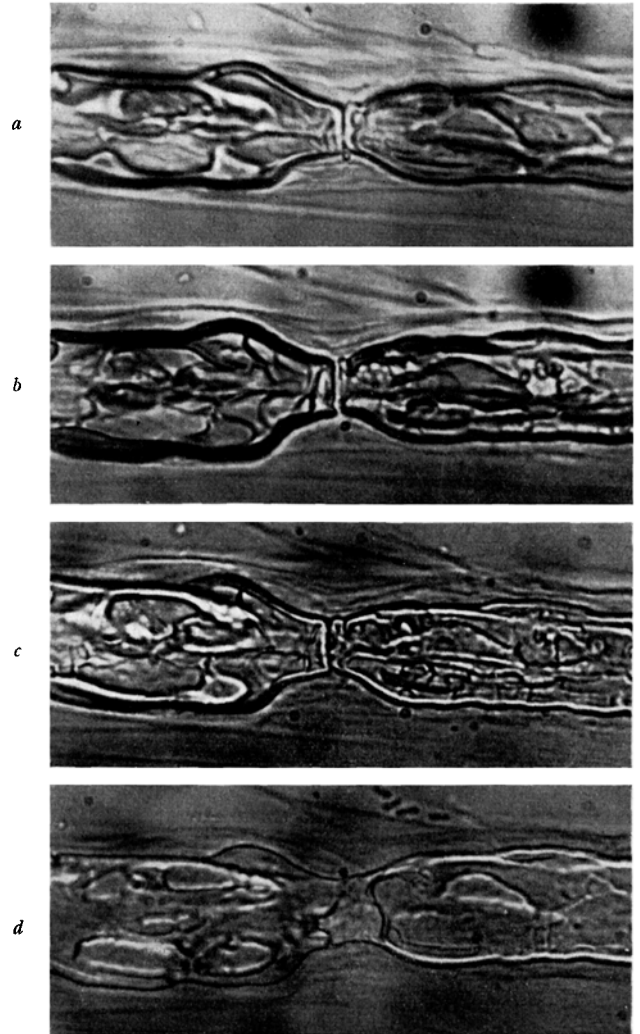


Abb. 1, a—d.

Abb. 1c, ist das Beckesche Phänomen ebenfalls deutlich sichtbar (gehobener Tubus); die vom Neurokeratinergerüst herrührenden Inhomogenitäten sind besonders hervorgehoben. Abb. 1d: Nach sieben Stunden ist mit zerfallender Faser die Erscheinung verblaßt, die Grenzen der Markscheide im Knoten verwischen und nur die äußeren Konturen sind noch scharf abgebildet.

Im Gegensatz zu diesen Aufnahmen, wo durch kleine Beleuchtungsapertur die Beugungseffekte an den Grenzflächen absichtlich verstärkt zur Darstellung gebracht wurden, steht eine Ultraviolett-Mikrophotographie¹ ($\lambda = 280 \mu\mu$), bei der Kondensor- und Objektiv-

¹ Diese Mikrophotographie habe ich im Karolinska Institutet für Cellforskning, Stockholm aufgenommen; Herrn Prof. Caspersson sei für die Überlassung der Apparatur sehr gedankt.

¹ A. F. HUXLEY und R. STÄMPFLI, J. Physiol. 108, 315 (1949).

² A. BETHE, Allgemeine Anatomie und Physiologie des Nervensystems (Leipzig 1903).

³ E. DE ROBERTIS und F. O. SCHMITT, J. cell. comp. Physiol. 31, 1 (1949).

⁴ A. V. MURALT, Die Signalübermittlung im Nerven (Birkhäuser-Verlag, Basel 1946).

⁵ F. BECKE, Sitzungsber. Wien. Akad., math.-naturw. Kl. 102, Abt. I (1893).

⁶ K. SPANGENBERG, Fortschr. Mineral. 7, 1 (1922).

⁷ M. GERENDAS und A. G. MATOLTSY, Archiva Biologica Hungarica 17, Ser. II, 186 (1947).

⁸ I. WALLGREN, Nordiska Medicin 33, 550 (1947).

⁹ R. STÄMPFLI, Helv. physiol. acta 4, 411 (1946).

apertur einander entsprachen. Im Schnürring, der hier allerdings leicht gedehnt zu sein scheint, findet man keine Querstruktur. Markscheide und Neurokeratingerüst besitzen eine starke, der Achsenzylinder nur schwache Absorption.

Die Beckesche Linie tritt ausschließlich an der Grenze von verschieden stark brechenden Medien auf. Obwohl noch keine getrennten Messungen der Brechungsexponenten von Markscheide und Axon vorliegen, darf man auf Grund der verschiedenen Massendichten, wie sie ENGSTRÖM und LÜTHY¹ durch Röntgenabsorption bestimmt haben, annehmen, daß zwischen Axon und Markscheide ein Sprung im Brechungsvermögen vorhanden und somit die Bedingung für das Erscheinen der Beckeschen Linie erfüllt ist. Die verschiedene Dichte der zwei Protoplasmaarten ist wohl im wesentlichen auf die unterschiedliche Feinstruktur zurückzuführen.

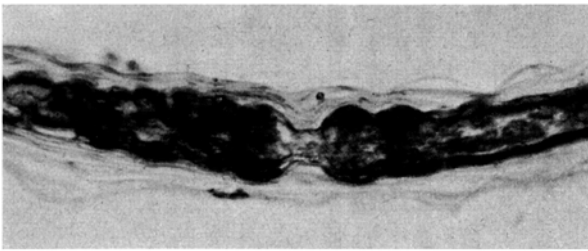


Abb. 2.

Auf Grund dieser Befunde kann der Schluß gezogen werden, daß eine Quermembran im Ranvierschen Schnürring nicht existiert. Die unter gewissen Bedingungen darstellbare membranähnliche, quer verlaufende Aufhellung wird als Beckesche Linie gedeutet.

Herrn Prof. Teorell danke ich sehr für die Mittel, die er mir zur Ausführung dieser Arbeit bereitgestellt hat.

H. LÜTHY

Physiologisches Institut der Universität Uppsala und Hallerianum Bern, den 15. Mai 1950.

Summary

It can be shown that the so-called "cross membrane" in the node of RANVIER, which occurs only in the specialized circumstances of low condensor aperture, does not really exist. It is interpreted as a kind of BECKE line.

¹ A. ENGSTRÖM und H. LÜTHY, Exper. 5, 244 (1949).

Globuläre Partikel als submikroskopische Elemente des tierischen Zytoplasmas¹

Für verschiedene experimentell-biologische Forschungsrichtungen ist heute die Erforschung der submikroskopischen Struktur des Zytoplasmas zu einem dringenden Anliegen geworden. So wird man in steigendem Maße aufmerksam auf die fermentphysiologische Rolle der submikroskopischen Kleinräume und

Partikel im Zytoplasma¹; ferner liegen zahlreiche Hinweise auf die Rolle submikroskopischer Partikel in der Morphogenese vor². Die Anwendung des Elektronenmikroskopes (E. M.) zur Bearbeitung dieser Fragen drängt sich auf. Doch ist es nicht leicht, mit Hilfe des E. M. zu eindeutigen Resultaten zu kommen. Die Unsicherheit über die Wirkung der Fixierungsmethode und der Präparationstechnik auf die Struktur des sehr labilen zytoplasmatischen Materials erfordert die Variation der Fixierungstechnik und die Anwendung verschiedener Präparationsweisen. Die Untersuchungen des Verfassers am Ei von *Tubifex* (gemeinsam mit Mrs. BISS) und an *Amoeba proteus* (gemeinsam mit A. BAIRATI, Bologna)³ haben an einem umfangreichen Material, das mit Hilfe verschiedener Methoden insbesondere der Fragmentierung⁴ präpariert und im Trüb-Täuber-E. M. untersucht wurde, eine Reihe von reproduzierbaren Befunden ergeben, insbesondere über das Vorkommen globulärer Partikel im tierischen Zytoplasma.

Für das dotterhaltige Grundplasma des Eies von *Tubifex* hatten wir früher nachgewiesen⁵, daß es aus einem dreidimensionalen Reticulum besteht, in dessen Maschen die Dotterkörner eingelagert sind. Das Reticulum besteht aus fädigem Material, in dem perlschnurartig basophile kugelige Körper liegen. Unsere neuen Untersuchungen (deren Technik und Detailresultate später mitgeteilt werden sollen) haben für das wichtigste organbildende Plasma des Eies von *Tubifex*, das Polplasma, erwiesen, daß hier eine dichtgepackte Masse kugelig gebaute Gebilde von 30 bis 100 m μ Durchmesser vorliegt (Abb. 1). Da die ganze Masse im Leben verschiedene

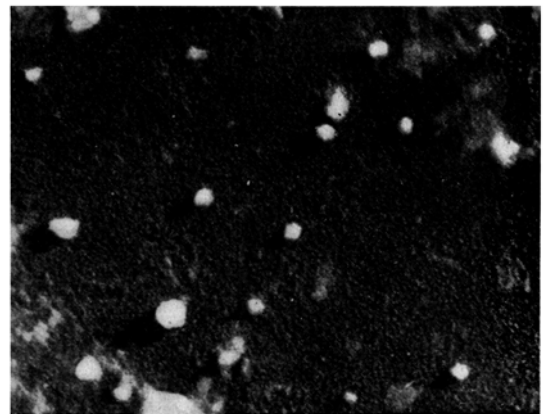


Abb. 1. Isolierte Polplasmapartikel des Eies von *Tubifex*. Goldbeschattet (Photo Biss) 30000 \times .

Kennzeichen eines Gels zeigt, scheint hier ein *Gel globulärer Partikel* vorzuliegen. Das Polplasma geht auf späteren Stadien in 2 große verschiedenartige Zellen über: in den ektodermalen Somatoblasten 2d und den mesodermalen Somatoblasten 4d. Die Population der globulären Partikel in diesen beiden Zellen scheint verschieden zu sein: 2d (Abb. 2a) enthält vorwiegend kleine (30–100 m μ), während 4d (Abb. 2b) auch neben kleineren

¹ H. HOLTER, Public. Staz. Napoli 21, Suppl. 60 (1949). – A. CLAUDE, Biol. Symposia 10, 111 (1943). – R. JEENER, Exper. 2, 458 (1946).

² J. BRACHET, Public. Staz. Napoli 21, Suppl. 77 (1949). – F. E. LEHMANN, Rev. Suisse Zool. 54, 246 (1947).

³ A. BAIRATI, Boll. Soc. Ital. Biol. sperim. 25, (1949).

⁴ F. O. SCHMITT, Federation Proc. (USA.) 8, 530 (1949).

⁵ F. E. LEHMANN und R. BISS, Rev. Suisse Zool. 56, 264 (1949).

¹ Ausgeführt mit Hilfe von Arbeitsbeschäftigungskrediten des Bundes und einer Subvention der Stiftung Dr. J. DE GIACOMI der SNG. Dem Stab der Abteilung für Elektronenmikroskopie am chem. Institut der Universität Bern, insbesondere Herrn Dr. H. STUDER, sei für Rat und Mithilfe herzlich gedankt.