5.

Kleinere Mitteilungen.

A. Über die sog. Frommann'schen Querlinien der Axencylinder der Nervenfasern.

Taf. XXI, Fig. 23—36.

Im Jahre 1864, nachdem kurz vorher durch v. Recklinghausen die Silberfärbung der Gewebe als eine histologische Methode in die Technik eingeführt worden war, veröffentlichte Frommann [1]) einen Aufsatz »Zur Silberfärbung der Axencylinder». In diesem Aufsatze teilte er mit, dass er nach der Behandlung von *Rückenmarks*schnitten mit einer wässrigen Silberlösung eine gelbe bis braune Färbnng der Axencylinder entweder von homogenem oder sehr feinkörnigem Aussehen oder auch eine Querstreifung derselben durch zarte, etwas glänzende und dicht hintereinander gestellte Leistchen erhalten habe. Die Querstreifung betraf bald die ganzen sichtbaren Abschnitte der Axencylinder, bald nur einzelne Teile derselben und hörte an den Seiten entweder allmählich oder wie abgeschnitten auf. Sie trat sowohl an den breiten wie an den schmälsten Axencylindern der weissen und grauen Substanz hervor. Frommann teilte auch Abbildungen von Partien von sechs mit Silber gefärbten Axencylindern mit, an denen man die von ihm beschriebene Querstreifung in mehreren Variationen sieht und auf welche er hinwies. Am Ende des Aufsatzes fügte er hinzu: Auch an fein zerzupften Präparaten von den peripheren Nerven zeigten frei hervorstehende, gefärbte Axencylinder oft die Querstreifung, seltener war dieselbe an Axencylindern sichtbar, die vom Myelin und der Scheide umschlossen waren, trat dagegen auch dann häufig hervor bei Anwendung einer Lösung von 2 Gran Silbersalpeter auf 1 Unze Wasser. Er wendete sonst nur $^1/_2$—1 Gran auf 1 Unze Wasser an.

Diese durch die Silberfärbung hervorgerufenen Querstreifen oder Querleistchen der Axencylinder wurden dann nach ihrem Entdecker als *die Frommann'schen Linien* bezeichnet und in den meisten Lehr- und Handbüchern erwähnt und mit Abbildungen wiedergegeben. Mehrere verschiedene Ansichten über ihre Natur und Bedeutung wurden von den Autoren dargestellt, ohne jedoch zu einer Einigung zu führen. Da es sich kaum lohnen würde, alle diese verschiedenen Darstellungen und Vermutungen über das Wesen der fraglichen Querstreifen hier anzuführen, werde ich mich darauf beschränken, eine Anzahl derselben wiederzugeben, welche mir als besonders bezeichnend erscheinen.

In der fünften Auflage von Kölliker's Handbuch der Gewebelehre des Menschen vom Jahre 1867 und in der von Max Schultze verfassten Darstellung »Allgemeines über die Stucturelemente des Nervensystems» in Stricker's Handbuch der Lehre von den Geweben, Band I., 1871, finde ich keine Erwähnung der fraglichen Silberlinien.

In mehreren von seinen Arbeiten aus den 70:er Jahren beschrieb Ranvier die Querlinien unter der Bezeichnung »les stries alternatives de Frommann», und er gab auch einige recht gute neue Abbildungen von denselben. Zugleich beschrieb er im Zusammenhang mit den von ihm entdeckten Einschnürungen der Schwann'schen Scheiden und den Unterbrechungen der Myelinscheiden auch seine durch Versilberung hervorgerufenen Kreuze an den Einschnürungen und die bikonischen Anschwellungen der Axencylinder. Eine eigentliche Erklärung und Deutung der Natur der Frommann'schen Streifen habe ich aber in seinen Schriften nicht finden können.

---

[1]) C. Frommann, *Zur Silberfärbung der Axencylinder.* Virchow's Archiv, 31. Band, 1864, VII, S. 151.

In A. Key's und *meinen* »Studien in der Anatomie des Nervensystems und des Bindegewebes», Band II, 1876, sind auch diese durch Versilberung hervorzurufenden Bildungen am Axencylinder eingehender in Wort und Bild dargestellt. Hinsichtlich der Querstreifen waren wir zu der Ansicht gekommen, dass die Querbänder nicht der eigentlichen Substanz der Axencylinder, sondern einer Flächenschicht derselben angehören; »wir versuchen indessen keine weitere Erklärung» zu geben, fügten wir hinzu, betonten aber, dass sie entweder durch eine Art Schrumpfung der Belegschicht oder durch die bei der Versilberungsmethode kaum zu umgehende Zerrung und Ausdehnung der Axencylinder, welche bei der nötigen Zerfaserung der Nervenfasern stattfinden, hervorgerufen werden.

In Krause's Handbuch der menschlichen Anatomie, dritte Auflage vom J. 1876, ist auch eine Abbildung der fraglichen Querstreifen eingeführt. In seiner Abhandlung »Beiträge zur Kenntnis des Baues der Nervenfasern» (Arch. f. mikrosk. Anatomie, 30. Bd, 1887) kam Schiefferdecker nach einer eingehenden Durchmusterung der Verhältnisse zu dem Schlusse, dass die *Frommann'schen Linien* in der von ihm beschriebenen, nicht als eigentliche Scheidenbildung aufzufassenden »Gerinnselscheide» liegen; sie stehen auch am Rande des Axencylinders immer über diesen etwas über. In Toldt's Lehrbuch der Gewebelehre, dritte Auflage vom J. 1888 heisst es: »Eine zarte Querstreifung des Axencylinders, welche nach Behandlung mit Silbersalpeter stellenweise auftritt (Frommann), ist in ihrer Bedeutung noch unbekannt». Und in Schiefferdecker-Kossel's Gewebelehre, zweiter Band vom J. 1891 äussert der erstere der beiden Autoren hinsichtlich dieser »Frommann'schen Silberlinien»: »Die Art der Entstehung dieser Linien ist noch nicht sicher bekannt. Man findet sie nur an Stellen, wo die Silberlösung durch Unterbrechungen der Markscheide zum Axencylinder hingetreten ist, niemals an dem abgerissenen oder abgeschnittenen Ende der Fasern oder an Axencylindern, die frei aus der Markscheide hervorragen». In Poirier's Traité d'Anatomie humaine (Tome 3, 1894) sind die Frommann'schen Querlinien ebenfalls besprochen. In Böhm-Davidoff's Lehrbuch der Histologie des Menschen (1895) heisst es: »Bei der Versilberung der Nervenfasern treten im Längsschenkel des (Ranvier'schen) Kreuzes eigenthümliche quere Striche auf, die man als Frommann'sche Linien bezeichnet. Die Entstehung und Bedeutung derselben ist noch nicht genügend aufgeklärt.»

In der 6:ten Auflage seines Handbuchs der Gewebelehre des Menschen vom J. 1896 (2. Band, I) bespricht auch Kölliker diese Bildungen: »Höllenstein färbt den Achsencylinder schwärzlich und erzeugt an ihm mehr weniger deutliche, meist körnige, dunkle Querstreifen (Frommann). Diese sogenannten *Frommann'schen Linien* rühren von Silberniederschlägen her, die zum Theil im Axencylinder drin ihren Sitz haben, zum Theil auch in einem Gerinnsel, das zwischen dem Axencylinder und dem Marke in einem Raume auftritt, den Schiefferdecker als *periaxialen Spaltraum* bezeichnet und, für einmal ohne bestimmte Beweise, als normal und mit einer minimalen Menge von Lymphe oder Ernährungsflüssigkeit erfüllt, betrachtet. Im übrigen sind die Frommann'schen Linien in ihrer Anordnung und Menge sehr wechselnd und treten an ganzen Nervenfasern zuerst in der Gegend der Ranvier'schen Einschnürungen auf.» Die von Kölliker gelieferten Abbildungen der Frommann'schen Linien an Fasern des Ischiadicus des Frosches sind nicht gut und wenig naturgemäss; er scheint von ihnen also nicht gute Präparate gehabt zu haben.

In S. Ramón Cajal's grossem Werke »Textura del sistema nervioso del hombre y de los vertebrados», Tomo I (1899) finden sich auch Figuren von Nervenfasern des Frosches mit Frommann'schen Linien, obwohl nicht so schön und reichlich, als man sie erhalten kann. Dieselben sind in der neuen grossen französischen Ausgabe des Werkes vom J. 1909 wiedergegeben; und in beiden diesen Ausgaben findet man eine nähere Beschreibung der Linien, die ich aus der letzteren hier verkürzt referiere. Nach Silberbehandlung sieht man jederseits von den Einschnürungen und dem Disque am Axencylinder körnige, schwarze Querlinien, die sich immer mehr voneinander entfernen und weniger dunkel werden. Oft sind zwei derselben jederseits vom Disque und in der Nähe desselben stärker und dunkler (les disques complémentaires). Alle diese Streifen sind in der Tat oberflächliche Ringe am Axencylinder, die gewöhnlich in der Region der Einschnürungen auftreten, aber an jeder Stelle desselben hervorgerufen werden können, wenn nur der Axencylinder bei der Versilberung vollständig entblösst wird.

In Huber's »A Textbook of Histology» (1900) konnte ich keine Erwähnung der fraglichen Linien finden.

Obersteiner bespricht sie aber und bildet sie in seiner »Anleitung beim Studium des Baues der nervösen Centralorgane» (Vierte Auflage vom J. 1901) ab. Nach Behandlung mit Silberlösung entstehen am Tageslichte am Axencylinder Reihen von alternierenden braunen und hellen Querbändern. »Diese Bräunung durch Silber betrifft aber nur anscheinend den Axencylinder selber, thatsächlich ist es eine äusserst dünne, zarte Membran, die den Schlauch darstellt, in welcher die flüssige Axencylindersubstanz mit den Fibrillen enthalten ist, die Axencylinderscheide. Man sieht häufig am Ende einer Faser den geronnenen Axencylinder ungefärbt aus seiner gebräunten

Scheide eine Strecke weit heraustreten. Diese zuerst von Frommann am Axencylinder beschriebene Zeichnung — daher als Frommann'sche Streifen bekannt — findet sich auch an peripheren Nerven, ferner an noch marklosen Rückenmarksnerven neugeborener Thiere, kann aber auch an der Adventitia der Gefässe und anderen nicht nervösen Geweben, selbst an Gelatinefäden dargestellt werden, ist also keineswegs etwas für den Axencylinder Charakteristisches (Rabl, A. Fischel). Es handelt sich dabei nicht so sehr um eine histologische, als vielmehr um eine physikalische Erscheinung.»

In Szymonowic's Lehrbuch der Histologie von demselben Jahre (1901) sind auch die Frommann'schen Silberlinien erwähnt, welche bräunliche Querstreifung »jedoch als Kunstprodukt anzusehen ist», und zwar als Niederschläge in einer den Axencylinder umgebenden Kittsubstanz.

In Rauber-Kopsch's Lehrbuch der Anatomie des Menschen (7:te Auflage, I, 1906) werden die Frommann'schen Linien erwähnt, aber ohne weitere Besprechung oder Deutung. In Quain's Elements of Anatomy, Vol. III, Neurology by Schäfer and Symington (1908) finde ich eine Abbildung der Querlinien (nach Ranvier), aber im Texte keine Erwähnung der fraglichen Querstreifen.

In der letzten (14:ten) Auflage von Stöhr's Lehrbuch der Histologie (1910) sind diese Bildungen erwähnt und abgebildet, und zwar als eine Schwärzung der Kittsubstanz: »Auch die Behandlung mit Höllensteinlösungen zeigt diese Kittsubstanz an den Schnürringen, sowie eine sehr deutliche Querstreifung der benachbarten Partien des Achsencylinders», und in einer Note wird dazugefügt: »Ein Kunstprodukt», über dessen Bedeutung auf eine andere Note hingewiesen wird, welche folgendermassen lautet: »Querstreifen, die bei Behandlung mit Silbernitrat in den verschiedensten Gewebselementen und Organen, besonders an Nervenfasern, Blutgefässen, an Knorpel etc. auftreten, sind Kunstprodukte, die dort erscheinen, wo kolloide Gebilde unter Einwirkung von Silbernitrat besonders unter gleichzeitiger Säurewirkung erstarren».

Schliesslich finde ich in der von Fürbringer umgearbeiteten 8:ten Auflage von Gegenbaur's Lehrbuch der Anatomie des Menschen (1. Band, 1909) die Frommann'schen Streifen besprochen. Nach einer Beschreibung der Axencylinderscheide (Axolemma) als eine sehr dünne und nachgiebige Scheide von der Konsistenz einer Crusta, heisst es: »Durch Versilberung kann man am Axolemm eine Querbänderung (Frommann'sche Streifen) hervorrufen, welche aber nicht der Ausdruck einer wirklichen Querstreifung, sondern ein Phänomen der Versilberung ist und auch an anderen Geweben in ähnlicher Erscheinung durch Silberniederschläge hervorgerufen wird».

Aus dieser Zusammenstellung einer Reihe von Äusserungen von Fachmännern und Lehrbüchern hinsichtlich der Beschaffenheit und Bedeutung der Frommann'schen Linien an den Axencylindern geht hervor, dass die Ansichten hierüber wechselnd gewesen sind. Im allgemeinen scheint man geneigt zu sein, dieselben eher als Kunstprodukte als natürlichen Strukturverhältnissen entsprechend aufzufassen. Ein solcher Fachmann wie Schieffer-decker verlegt ihr Entstehen in seine Gerinnselscheide; andere erklären sie als Niederschläge in einer den Axencylinder umgebenden Kittsubstanz, während wieder andere ihre Entstehung und Bedeutung als »noch nicht genügend aufgeklärt» angeben. Im allgemeinen scheint man aber in den letzten Jahren immer mehr dazu geneigt zu sein, sie als »Kunstprodukt» aufzufassen. Darüber scheinen indessen alle einig zu sein, dass die Linien der Quere nach angeordnete *Ringe* darstellen und *an der Oberfläche der Axencylinder* gelegen sind, indem einige Autoren auch angeben, dass sie die Oberfläche dieser Cylinder etwas überragen. Die Abbildungen, welche von diesen Querstreifen bisher veröffentlicht sind, wechseln auch recht sehr und sind im allgemeinen nicht besonders gut und bezeichnend. Im ganzen sind wohl die von Frommann selbst im J. 1864 mitgeteilten sowie die von Ranvier gelieferten Figuren als die besten zu bezeichnen.

Was nun mich selbst betrifft, so muss ich gestehen, dass ich auch zweifelhaft gewesen bin, ob man diese Bildungen als natürlichen Strukturelementen entsprechend anzusehen habe oder nicht. Zwar sind sie oft, ja bei guter Präparation sogar gewöhnlich, so regelmässig angeordnet und beschaffen, dass man sie ungerne nur für unnatürliche Niederschläge hält. Da es aber auch »regelmässige Kunstprodukte» geben könnte, so lässt sich ihr Wesen nicht ohne weiteres entscheiden.

Im Sommer 1909 mit einer alten Lieblingsfrage, den Zellen der cerebrospinalen Ganglien und ihren Kapseln und Scheiden, von neuem beschäftigt, erhielt ich nach gewöhnlicher Versilberung (Arg. Nitr. 1:500 dest. Wasser) an den markhaltigen Nervenfasern aus dem Trigeminus erwachsener Haie (Squalus Acanthias) sehr schöne und reine Reihen von *Fromman'schen Linien.* In Damarharz übergeführt, wurden die Präparate sehr klar und erläuternd.

Bei der Durchmusterung derselben bei stärkster Vergrösserung fand ich nun, dass diese sog. »Querstreifen» oder »Querlinien» hier und da ganz deutlich eine *spiralige* Anordnung darboten. Dies trat ganz besonders scharf

an solchen Fasern hervor, welche bei der Versilberung durch die Präparation (Zerfaserung mit Präpariernadeln unter der Lupe) etwas ausgezogen worden waren. An solchen Fasern erkennt man nun auch in der Regel, dass die Querstreifen an verschiedenen Regionen der Faser verschieden weit voneinander liegen und eine verschiedene Breite zeigen. Die Fig. 25 und 24 der Taf. XXI bieten diese Tatsache sehr prägnant dar. Dort, wo die Streifen mehr voneinander entfernt wurden, sind sie auffallend breiter, und sie erscheinen bedeutend schmäler, wo sie dichter liegen; zwischen diesen Stellen gibt es alle Übergänge. Wie bekannt, tritt die Braunfärbung besonders beiderseits von den Ranvier'schen Einschnürungen ein und verliert sich allmählich eine kürzere oder längere Strecke von diesen ab. Nicht selten sind aber diese Strecken ganz bedeutend, und dies hängt offenbar, wie Cajal betont, von der eventuellen Entblössung des Axencylinders, d. h. von dem Zugänglichwerden der Silberlösung an denselben ab. Ganz interessant sind in dieser Beziehung solche Fasern, wo (z. B. Fig. 26, 34) stark ausgezogene Partien mit nicht oder wenig ausgezogenen wechseln. Gerade an solchen Fasern lässt sich auch die *spiralige* Beschaffenheit der »Querlinien» vorteilhaft studieren. Man bemerkt nämlich an den ausgezogenen Stellen gewöhnlich deutlich, dass die »Linien» Schlingen eines Spiralbandes darstellen; sie stehen dann in der Regel in schiefer Anordnung gegen die Axe des Axencylinders und lassen sich bei Erhebung und Senkung des Tubus spiralig um die Aussenfläche des Axencylinders verfolgen. Hierbei fand ich sie stets nur in einer Richtung verlaufend, nämlich *von unten-links nach oben-rechts*. An den zwischen den in dieser Weise ausgezogenen Stellen befindlichen, weniger oder nicht ausgezogenen Partien (Fig. 34) sind die »Querlinien weit mehr der Quere nach gestellt, gewöhnlich auch schmäler und dichter angeordnet, ja so dicht, d. h. durch so enge helle Zwischenräume getrennt, dass man die spiralig verlaufenden, vereinigenden Teile der Spiralfaser kaum oder nicht wahrzunehmen vermag. An solchen Axencylindern dagegen, die in langer Strecke stark ausgezogen sind, kann man das Spiralband deutlich weit verfolgen. Man sieht es dann als ein mehr oder weniger breites, dünnes, in der Oberflächensubstanz des Cylinders nicht oder nur äussert wenig an derselben hervorragendes Band von mehr oder weniger gelber oder brauner Farbe; die Grenzen dieses Bandes sind recht scharf gegen die zwischen seinen dunklen Schlingen gelegenen hellen Schlingen des hellen Zwischenraumes abgesetzt. Die Substanz des von der Silberlösung gefärbten Bandes ist feinkörnig, und die fraglichen Körner sind je nach der Stärke der Farbe gelblich bis braun. Zwar scheinen auch zuweilen ganz dunkle Silberkörner hier vorkommen zu können; die allermeisten gefärbten Körner in den Bändern scheinen aber offenbar der Substanz derselben anzugehören und liegen dann dicht zusammen. Zuweilen findet man an abgerissenen Enden der ausgezogenen Axencylinder (Fig. 29) auch das braune Spiralband abgerissen und stumpf hervorragend; an solchen Stellen ist die spiralige Beschaffenheit des Bandes ganz besonders deutlich und auffallend.

Eigentümlich sind die hier und da, aber nur in bedeutenden Abständen vorkommenden breiten Knotenpunkte (Fig. 35, 36), wo eine stark gefärbte ringförmige Verdickung des Axencylinders vorhanden ist; man bemerkt hier bald einen, wenigstens scheinbar einfachen Ring (Fig. 35); bald ist derselbe in zwei dicht aneinander liegende Ringe geteilt (Fig. 36), mit nur einem schmalen Zwischenraum zwischen denselben. Beiderseits von diesen Verdickungen verschmälert sich in der Regel der Axencylinder und trägt sehr dichte und schmale, schwach gefärbte Frommann'sche Linien. Ob nun diese ringförmigen Verdickungen den Disquen der Ranvier'schen Einschnürungen entsprechen, oder ob sie nur zufällige Zusammenziehungen der Axencylinder darstellen, konnte ich nicht sicher entscheiden; in mehreren Fällen schien mir aber die erste Alternative wahrscheinlich.

Wie soll man nun alle diese sonderbaren Färbungsbilder deuten? Die Regelmässigkeit in der Anordnung der spiraligen Bänder und die verhältnismässig reine Färbung derselben sprechen kaum für die Auffassung, dass sie nur Kunstprodukte sind. Mir scheint es bis auf weiteres annehmbarer, dass sie wirklich einer Art Strukturverhältnis entspricht, und dass an oder in der Oberfläche des Axencylinders eine solche spiralig bandförmige Anordnung der Schicht vorhanden ist. Nur beim Dehnen des Axencylinders tritt jedoch die spiralige Beschaffenheit hervor, wobei auch die Bänder durch die Dehnung viel breiter werden als in der natürlichen Lage, in welcher die Bänderschlingen viel schmäler sind und dicht zusammenliegen, wobei sie auch als ringförmig erscheinen.

Die hier beschriebenen Strukturverhältnisse habe ich bisjetzt nur bei den Haien wahrgenommen. Einigemal versuchte ich auch bei anderen Tieren, besonders bei Knochenfischen und Kaninchen, die Versuche nachzumachen, erhielt aber keineswegs so erläuternde Bilder wie beim Haie. Ich habe nicht Zeit gehabt, diese Untersuchungen bei anderen Tieren weiter zu verfolgen, habe aber gedacht, dass es von Interesse sein könnte, die betreffenden Befunde hier mitzuteilen.

B.

Die Fraentzel'sche Silberzeichnung an den Spinalganglienzellen.

Im Jahre 1867 zeigte O. Fraentzel [1]), dass an frisch gemachten Schnitten von cerebrospinalen Ganglien des Menschen und des Hundes eine Art von Zeichnung schwarzer Linien durch die Behandlung derselben mit Silbernitratlösung hervorgerufen wird. Er erklärte diese Zeichnung aus dem Vorhandensein einer die Kapseln der Ganglienzellen inwendig auskleidenden Schicht polygonaler Zellen. Er fand indessen diese Felderzeichnung, von welcher er auch ein paar Abbildungen beifügte, keineswegs immer als eine vollständige und deutliche.

Diese dann zuerst von Henle und Merkel ebenso wie von G. Schwalbe und v. Lenhossék bestätigte Fraentzel'sche Mosaikzeichnung an den betreffenden Kapseln wurde später von einigen Autoren erwähnt, von anderen aber nicht. Von Abbildungen dieser Zeichnung habe ich — mit Ausnahme von Fraentzel's eigenen wenigen und im ganzen ziemlich schlechten Figuren — bisher nur eine einzige Figur in der Literatur antreffen können, und diese Figur gibt von der Zeichnung nur ein sehr kleines Stück wieder.

Weil ich vor einigen Jahren, mit einer anderen Untersuchung beschäftigt, hin und wieder bei verschiedenen Tieren diese Silberzeichnung an den Ganglienzellen erhielt und sie abbildete, finde ich es angemessen, einige Figuren von ihnen hier mitzuteilen.

Es würde indessen zu weit führen, auf die Frage vom Baue der Kapseln und der sie inwendig bekleidenden Zellen näher einzugehen. So verlockend auch für mich, will ich diesmal davon abstehen. Ich will nur darauf hinweisen, dass im II. Bande des von A. Key und *mir* im Jahre 1876 herausgegebenen Werkes »Studien in der Anatomie des Nervensystems und des Bindegewebes» die Kapseln und die dieselben inwendig auskleidenden abgeplatteten kleinen Zellen beim Menschen und bei verschiedenen Tieren eingehend beschrieben und abgebildet worden sind. Wir zeigten auch, dass sich die Kapsel in die Schwann'sche Scheide des von der Ganglienzelle abgehenden Axencylinderfortsatzes direkt fortsetzt, und dass die die Kapsel inwendig bekleidenden Zellen in der Regel abgeplattet sind, aber auch dicker sein und nicht wenig in das Lumen hineinragen können. Ferner schilderten wir auch eingehend das die Ganglienzellen umgebende endoneurale Bindegewebe und die von uns entdeckte, die Nervenfasern, d. h. ihre Schwann'schen Scheiden, umschliessende, bindegewebige Scheide, welche wir damals als die *Fibrillenscheide* bezeichneten, weil sie beim Menschen und den höheren Tieren grösstenteils aus längsverlaufenden Bindegewebsfibrillen besteht.

Diese Darstellung von Key und *mir* hat man später vergessen oder im allgemeinen unrichtig wiedergegeben. Die Fibrillenscheide hat man immer wieder als eine »Henle'sche Scheide» beschrieben. Schon im Jahre 1898 zeigte ich [2]), dass erstens Henle diese Scheide nicht entdeckt oder erwähnt hat, und zweitens, dass Ranvier, welcher diese Benennung gegeben hat, *eine ganz andere Bildung* mit diesem Namen bezeichnete, nämlich nicht die *endoneurale* Scheide der in den Ganglien und deren Zweigen verlaufenden Nervenfasern, sondern die dünne, aus wenigen Blatttuben bestehende *perineurale* Scheide, welche die feinen peripherischen Nervenäste umhüllt. *Nach innen von dieser perineuralen* (Henle'schen) Scheide liegt noch die von Key und *mir* entdeckte und beschriebene *endoneurale* Scheide, welche vor einigen Jahren Ruffini auch beschrieb, ohne von Key's und *meiner* schon viele Jahre vorher (1876) gegebenen Darstellung Kenntnis zu haben, und die man noch ganz falsch als »Henle'*sche Scheide*» bezeichnet. So schwer ist es oft, eingewurzelte irrige wissenschaftliche Vorstellungen auszurotten. In einigen Hand- und Lehrbüchern ist jedoch die Sache nunmehr richtig dargestellt; so z. B. in Ph. Stöhr's Lehrbuch der Histologie.

Nun ist zu bemerken, dass man noch hier und da die Angabe findet, dass die *Kapseln* der Spinalganglienzellen in diese (irrig als Henle'sche Scheiden) von mir nunmehr als *Endoneuralscheiden* bezeichneten Scheiden übergehen. Man stützt sich hierbei auf Angaben von M. v. Lenhossék. Es ist mir immer schwer verständlich gewesen, dass dieser so scharfe und feine Beobachter dieser Auffassung huldigen konnte. Durch seine grosse Autorität auf dem Gebiete des Nervenhistologie lebt noch diese, meiner Ansicht nach unrichtige Auffassung und wird hin und wieder angeführt.

---

[1]) O. Fraentzel, *Beitrag zur Kenntnis von der Struktur der spinalen und sympathischen Ganglienzellen.* Virchow's Archiv, Band 38, § 549, 1867.

[2]) Gustaf Retzius, *Was ist die Henle'sche Scheide der Nervenfasern?* Anatomischer Anzeiger, XV. Band, N:o 9, 1898, S. 140.

Wahrscheinlich hängt diese Ansicht v. Lenhossék's davon ab, dass in seinen Schnittpräparaten die so äusserst dünne Kapselmembran den sie umgebenden, mehr oder weniger dicken, endoneuralen Bindegewebslamellen so dicht angeschlossen lag, dass sie nicht als besondere Schicht hervortrat. Hätte er, wie ich und Key bei unseren Untersuchungen in den Jahren 1870—76 und ich später für meine Arbeit vom Jahre 1880, die Einstichinjektion mit Osmiumsäure und dann die Zerzupfungsmethode hinreichend benutzt, wäre er gewiss zu einem anderen Ergebnis gelangt. In seiner Abhandlung vom Jahre 1886 [1]) stützt er sich unter anderem auch auf zwei von meinen Figuren vom J. 1880, in welchen das Hinzutreten der Endoneuralscheide nicht deutlich angegeben worden ist, weshalb die Figuren gerade für die vorliegende Frage keine Beweise abgeben. Indessen haben sich in der späteren Zeit gewichtige Stimmen in derselben Richtung geäussert, welche mit der von *mir* und Key gehuldigten übereinstimmen. Ich will von diesen Autoren [2]) hier nur die Ansicht von Dogiel [3]) in seiner letzten grossen Arbeit über die Spinalganglien anführen, in welcher er u. a. folgendes äussert: »Das Studium derartig vorbereiteter Präparate ergab nun, dass sämtliche der weiter unten angeführten Typen von Spinalganglienzellen zweierlei Hüllen haben: die eine derselben umgibt unmittelbar die Zelle, die andere enthält die schlingenförmigen Windungen oder die Verzweigungen des Hauptfortsatzes, oder aber die Dendriten mit ihren Verzweigungen und den schlingenförmig gewundenen Teil desselben. Die erste Hülle bezeichne ich als Kapsel, die zweite als Bindegewebshülle der Spinalganglienzellen... In anbetracht des Mitgeteilten hat der von ihm (Lenhossék) angeführte Beweis zu gunsten der Ansicht, dass die Kapsel nicht unmittelbar auf den Fortsatz übergeht, für mich keine Gültigkeit. Soviel ich nach meinen mit Methylenblau gefärbten Präparaten urteilen kann, geht vielmehr bei sämtlichen Spinalganglienzellen, deren Hauptfortsätze sich in der Bindegewebshülle nicht verästeln, die Zellkapsel allmählich auf die genannten Fortsätze über und umhüllt dieselben unter dichter Anlagerung an sie in Gestalt einer äusserst feinen Membran».

Soweit ich Cajal's Darstellung in seiner neuen grossen »Histologie du système nerveux de l'homme et des vertébrés» (Tome I, 1909) recht verstehe, ist dieser Forscher gleicher Ansicht.

Nach dieser Abschweifung auf das Gebiet der historischen Data kehre ich nun zu dem eigentlichen Gegenstand dieses Aufsatzes zurück. Wie oben erwähnt, hatte Fraentzel schon im Jahre 1867 an den Ganglienzellen der Spinalganglien des Menschen und des Hundes mit Höllensteinlösung eine mosaikartige Zeichnung entdeckt und beschrieben, welche bald danach von einigen Autoren bestätigt und erwähnt, von anderen aber nicht beachtet wurde; und die einzigen Abbildungen derselben, die ich in der Literatur finden konnte, waren Fraentzel's eigene, ziemlich schlechte Figuren, und eine von M. v. Lenhossék in seiner Abhandlung vom Jahre 1886 gelieferte, kleine Figur mit einigen, teilweise schwerverständlichen Zellengrenzen. »Allerdings», sagt er, »ist es nicht leicht, dieselben darzustellen, ja in den meisten Fällen bleibt die Imprägnation total erfolglos; allein nach vielen vergeblichen Bemühungen bekommt man endlich dennoch gelungene Präparate, welche dann zureichen, de Beobachter von der Existenz einer endothelialen Auskleidung mit genügender Sicherheit zu überzeugen.»

In gewisser Übereinstimmung mit G. Schwalbe, welcher in seiner Abhandlung »Über den Bau der Spinalganglien nebst Bemerkungen über die sympathischen Ganglienzellen» vom Jahre 1868 nach den Methoden Fraentzel's das Vorkommen der Felderzeichnung an den Kapseln der Spinalganglienzellen bestätigen konnte, dieselbe aber nicht als ein inwendiges Kapselepithel, sondern als eine endothelartige Zusammensetzung der Kapsel selbst deutete, erklärte v. Lenhossék diese Zeichnung doch in etwas anderer Weise, nämlich so, dass die Kapsel nicht bloss aus diesen Zellen besteht, sondern »dass dieselben die innere Fläche der von einer bindegewebigen Membran gebildeten Hülle nur gleichsam austapeziren.»

Schliesslich ist hier zu bemerken, dass Ramón Cajal in seinem oben angeführten grossen Werk mitteilt, dass er mittelst der Methylenblaufärbung eine intensiv tingierte endotheliale Zeichnung von Zellengrenzen an diesen Kapseln bekommen hat.

Im ganzen sind also die Angaben über die zuerst von Fraentzel dargestellte Felderzeichnung hinsichtlich ihrer Bedeutung recht verschiedenartig.

Ich werde nun die drei von mir gemachten Abbildungen derselben hier wiedergeben. Sie stammen vom *Kaninchen*, *Huhn* und *Hecht*. Fig. 1 stellt eine Gruppe von zehn Ganglienzellen aus dem Ganglion Gasseri eines erwachsenen Kaninchens dar. Die Fig. 2 gibt sieben Ganglienzellen und eine isolierte solche Zelle aus einem

---

[1]) M. v. Lenhossék, *Untersuchungen über die Spinalganglien des Frosches.* Archiv f. mikroskop. Anatomie, Band 26, 1886.

[2]) In dem neuen grossen Werke von G. Levi (*I Gangli cerebrospinali*, 1908) habe ich vergebens nach einer näheren Besprechung der hier vorliegenden Fragen und besonders der Fraentzel'schen Felderzeichnung gesucht.

[3]) A. S. Dogiel, *Der Bau der Spinalganglien des Menschen und der Säugetiere*, 1908.

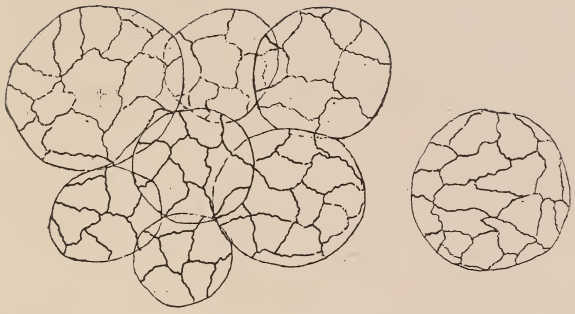


Fig. 1. Ganglienzellen aus dem Ganglion Gasseri des Kaninchens. Behandl. mit Höllensteinlösung. Verick's Obj. 7 und Okul. 3, ausgezog. Tubus.

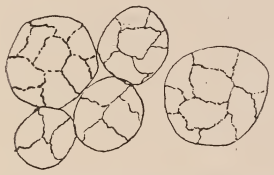


Fig. 3. Ganglienzellen aus dem Ganglion Gasseri des Hechtes. Behandl. mit Höllensteinlösung. Verick's Obj. 7 und Okul. 3, ausgezog. Tubus.

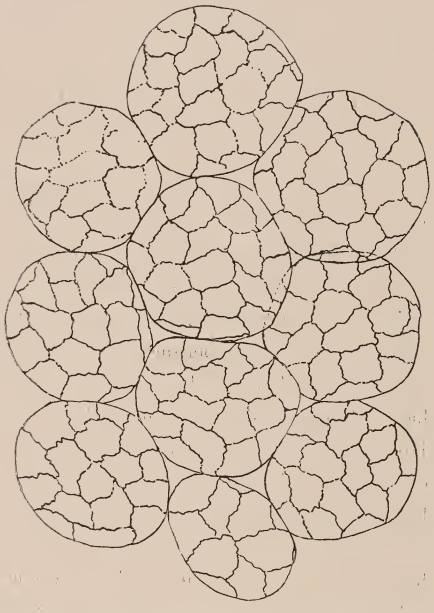


Fig. 2. Ganglienzellen aus einem Spinalganglion des Huhns. Behandl. mit Höllensteinlösung. Verick's Obj. 7 und Okul. 3, ausgezog. Tubus.

Spinalganglion eines einmonatlichen Huhns und Fig. 3 fünf Ganglienzellen (der unipolaren Art) aus dem Ganglion Gasseri eines erwachsenen Hechts wieder.

In allen diesen Bildern erkennt man ungefähr dieselbe Art von Silberfärbung polygonaler Felder wechselnder Form und etwas wechselnder Grösse. Diese Felderzeichnung ähnelt in der Tat in hohem Grade einem gewöhnlichen endothelialen Mosaik. Die Konturen der Felder liegen, so weit man sicher sehen konnte, in demselben Plan wie die Kapselhaut selbst, so dass daraus hervorgehen dürfte, dass die besonders von Schwalbe geäusserte Ansicht die richtige ist. Indessen ist zu betonen, dass diese Haut so äusserst dünn ist, dass es sehr schwer oder sogar nicht möglich ist, in dieser Weise das Problem zu lösen. Ich bemühte mich dann an den versilberten Ganglienzellen dünne Querschnitte zu machen, um an solchen zu entscheiden, ob die Silberlinien sich nur an einer Seite der Haut befinden, oder diese durchsetzen, konnte aber auch hierdurch nicht die Frage entscheiden. Ich hoffe aber noch einmal auf sie zurückkommen zu können. Ihre Lösung ist offenbar schwerer, als man glauben könnte; sie ist aber für die Kenntnis der Spinalganglien nicht ohne Interesse.

C.

Die Versilberungsbilder an der Körperoberfläche der Myzostomiden.

In einigen früheren Mitteilungen in dieser Serie (Biol. Unters.) habe ich die Ergebnisse einer Reihe von Untersuchungen über die Verteilung und Anordnung der sensitorischen Zellen an der Körperoberfläche verschiedener wirbelloser Tiere veröffentlicht. Ganz besonders behandeln diese Mitteilungen die betreffenden Verhältnisse bei den verschiedenen Klassen und Ordnungen der Würmer, weil bei ihnen diese Verhältnisse in mancher Hinsicht ein verhältnismässig grosses Interesse darbieten. Die von mir für diese Untersuchungen am meisten angewandte Methode, die Versilberung, hat sich auch bei diesen Tieren in besonderem Grade bewährt und sehr erläuternde Ergebnisse geliefert. Dies ist v. a. bei den Polychäten der Fall gewesen. Bei einzelnen Gruppen und Familien hat sich jedoch diese Methode als schwer anwendbar gezeigt. Unter diesen letzteren war auch die eigentümliche Familie der parasitisierenden *Myzostomiden*, welche zwar meistens zu den Polychäten geführt worden ist, sich aber offenbar von diesen sehr differenziert hat. Die hier oben in der Abteilung 3 ausführlich beschriebenen und abgebildeten Spermien von Myzostoma geben u. a. auch von dieser Tatsache ein gutes Zeugnis.

Ich wünschte schon lange, die fraglichen Verhältnisse in der Körperhaut dieser Tiere zu eruieren, und habe mehrmals dies auszuführen versucht. Es zeigte sich aber, dass diese Untersuchung nicht unbedeutende Schwierigkeiten darbietet. Die Epidermisschicht der Körperoberfläche dieser Tiere ist von loser Beschaffenheit und wird trotz der sie bekleidenden Cuticula (Nansen) leicht verdorben. Um die Höllensteinlösung zu applizieren, muss natürlich das an und in ihr befindliche Salzwasser durch destilliertes Wasser ausgewaschen werden. Nach einer Reihe von mehr oder weniger misslungenen oder nur teilweise gelungenen Versuchen erhielt ich jedoch im letzten Sommer eine Anzahl von recht gut versilberten Exemplaren von *Myzostoma cirriferum,* und zwar nach möglichst kurzer Behandlung mit destilliertem Wasser und ein wenig Alkohol. Ich versuchte auch bei diesen Tieren mit kurzer Behandlung mit schwacher Formalinlösung, aber ohne guten Erfolg.

Am besten gelang die Silberfärbung an der Dorsalfläche, v. a. der mittleren, stark konvexen Partie des Tieres. Am nächsten kam dann die mittlere Partie der Ventralfläche; am schwersten gelang die Färbung der dünnen Seitenrandpartie mit den Cirren; in einigen Präparaten liess sich aber auch dieser Teil ziemlich gut studieren.

Bei einer Durchmusterung der betreffenden Literatur habe ich keine hinreichend genauen Angaben über das Vorkommen spezifischer sensorischer Zellen in der Epidermisschicht antreffen können. In Fridtjof Nansen's monographischem Werke über den Bau der Myzostomen [1]), in welchem auch das Nervensystem und seine Struktur ganz besonders eingehend beschrieben und abgebildet worden sind, traf ich keine Erwähnung solcher Zellen in der eigentlichen Epidermisschicht der Körperhaut. In dem kurzen Kapitel über Sinnesorgane sind nur die am Ende des Pharyngealrohres befindlichen Tentakel und die am Körperrande gelegenen Cirren, welche beide sowohl Nerven als Epidermiszellen enthalten, erwähnt. Unter den letzteren sind aber keine besonderen Sinneszellen beschrieben, und keine solche abgebildet. Dagegen sind zwar feine Nervenfasern in Verbindung mit den gewöhnlichen, kurz cylindrischen Epidermiszellen dieser Organe dargestellt, aber in so schwacher Vergrösserung, dass man das nähere Verhältnis nicht sicher auffassen kann. In dem Oesophagus sind dagegen spindelförmige, mit Nervenfasern in Verbindung stehende Sinneszellen wiedergegeben. Für die Untersuchung der Verhältnisse an der Körperoberfläche hat man also, so weit ich finden konnte, in diesen früheren Darstellungen keine Leitung.

Ich muss mich deshalb an meine eigenen Befunde halten. Dass die Tiere überall an ihrer Körperoberfläche für Berührung sensibel sind, ist leicht darzulegen, denn sie bewegen sich und fliehen schon bei leiser Berührung der äusseren Haut.

Mit der Höllensteinlösung erhielt ich nun folgende Befunde. An der ganzen dorsalen Oberfläche des Körpers trat in gut gelungenen Präparaten eine schöne und regelmässige Zeichnung von kleinen, fünfeckigen oder etwas ungleichförmig gestalteten Feldern hervor. Hier und da bemerkt man in den zusammenstossenden Ecken dieser Felder, aber auch in den Grenzlinien derselben, kleine, runde, dunklere Körner oder Knöpfe, welche bald mehr einzeln, bald etwas dichter liegen. Am dichtesten fand ich diese letzteren an der oberen, mittleren Wölbung der

---

[1]) Fridtjof Nansen, *Bidrag til Myzostomernes Anatomi og Histologi,* Bergens Museum, 1885.

Dorsalfläche. Ich teile hier im Texte einige Figuren von kleineren Partien dieses Mosaiks mit. Die Fig. 2 stellt eine solche Partie von der mittleren Dorsalfläche dar. Man sieht hier in der Umgebung der polygonalen Felder die kleinen, dunklen Knöpfe, teilweise in dichter Anordnung. An dem grössten Teile der Oberfläche der dorsalen Körperhaut, und zwar besonders gegen die Seitenränder hin, sind diese dunklen Knöpfe nicht so zahlreich vorhanden, sondern liegen in mehr zerstreuter Anordnung (Fig. 3, etwas stärker vergrössert). Die Fig. 1 zeigt oben die dünne Randpartie mit einem Cirrus; hier sind die dunklen Knöpfe ziemlich sparsam, an dem Cirrus selbst aber zahlreicher vorhanden. Der dunkle Querstrich in der Figur deutet die Grenze der starken dorsalen Wölbung der Körperoberfläche an. Die Fig. 4 gibt in etwas stärkerer Vergrösserung eine kleine Partie des Seitenrandes mit einem Cirrus wieder.

An der ventralen Körperoberfläche fand ich das Feldermosaik mit in den Grenzlinien und Ecken der Felder gelegenen kleinen, dunklen Knöpfen in etwas wechselnder Menge wieder. Ich bemühte mich nun an den sog. Parapodien und Seitenorganen, an den Fusshöckern und am Rüssel zu eruieren, ob nicht durch die Silberfärbung besondere Sinnesorgane nachgewiesen werden könnten. Dies gelang mir aber nicht. Überall, wo eine deutliche und reine Färbung vorlag, was indessen nur streckenweise der Fall war, sah ich nur dasselbe Mosaik von polygonalen Feldern mit zwischen diesen eingeschobenen kleinen, dunklen Knöpfen. Entweder fehlen solche spezifische Sinnesorgane mit zusammengestellten Sinneszellen, oder auch lassen sie sich durch diese Methode nicht gut nachweisen.

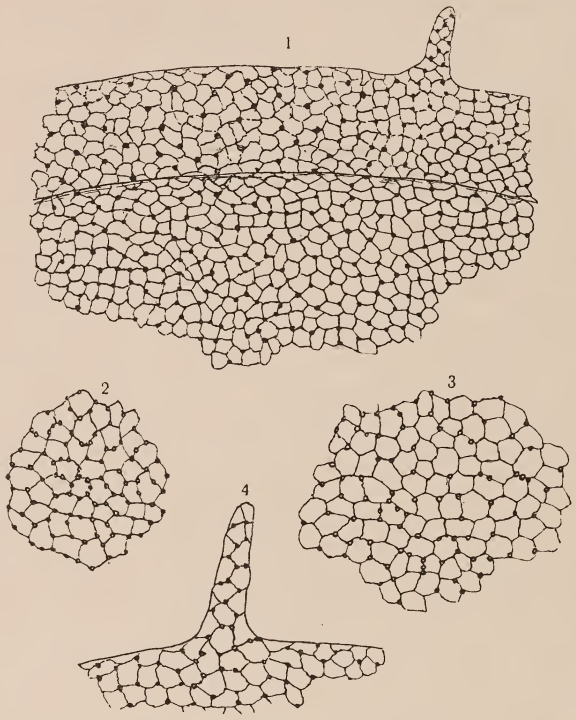
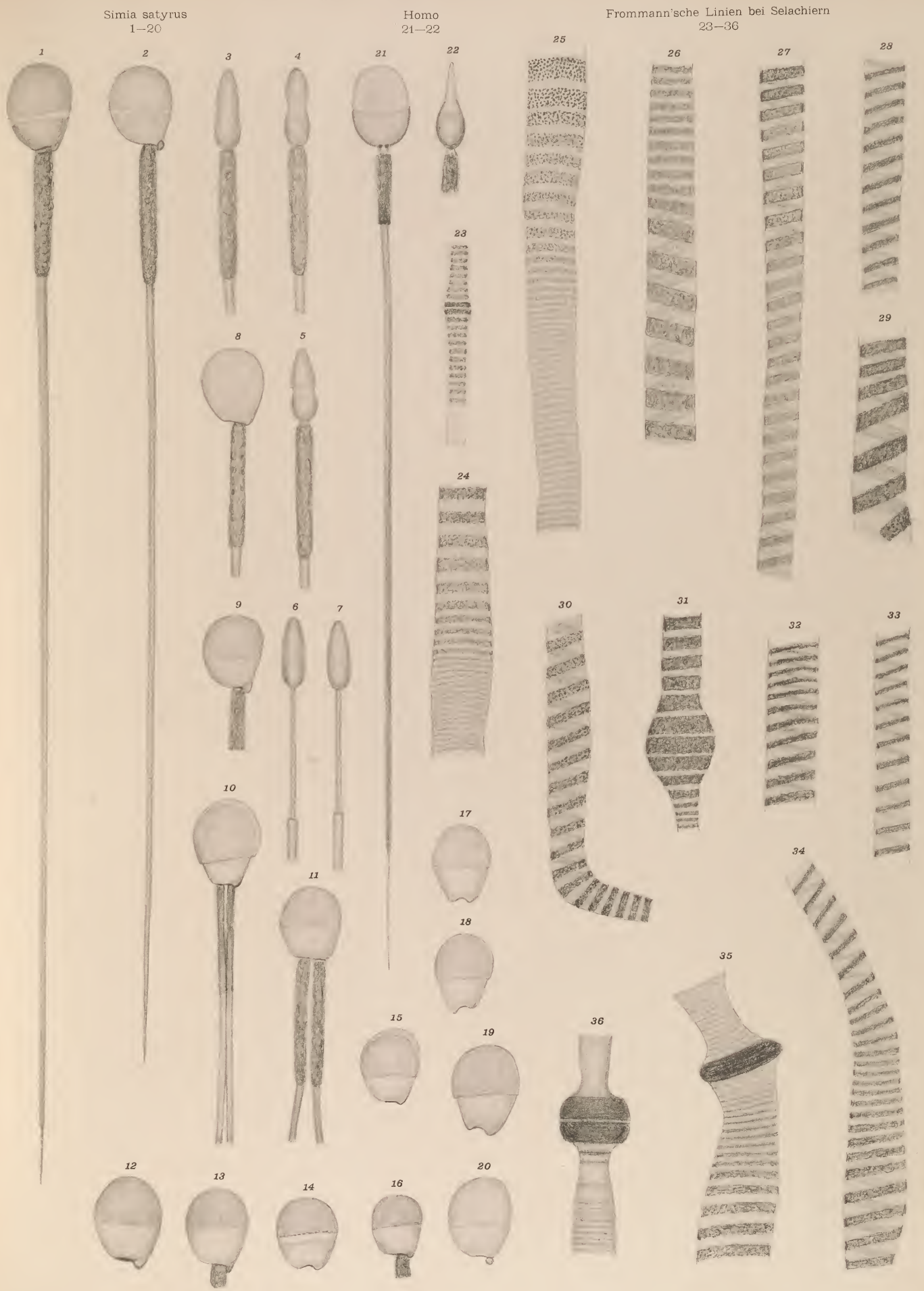


Fig. 1. Randpartie der Dorsalfläche mit einem Cirrus: — *Fig. 2.* Partie der mittleren Wölbung der Dorsalfläche. — *Fig. 3.* Partie der Dorsalfläche, lateral von der Mitte. — *Fig. 4.* Randpartie der Dorsalfläche mit einem Cirrus. Fig. 1 und 2 bei Verick's Obj. 7 und Okul. 3, eingeschob. Tubus; Fig. 3 und 4 ebenso, aber mit ausgezog. Tubus.

Was stellen nun die durch die Versilberung hervortretenden, zwischen den polygonalen Oberflächenfeldern der sog. cylindrischen Epidermiszellen gelegenen, dunklen, runden Knöpfe dar? Jedenfalls sind sie nicht nur» Silberniederschläge«, sondern entsprechen gewiss wirklichen Strukturelementen. Man hat dann nur an zwei Arten von solchen zu denken. Entweder sind sie Mündungen von sezernierenden, isoliert zwischen den Epidermiszellen stehenden »*Drüsenzellen*». Oder auch stellen sie sensitorische, v. a. echt *sensible* Zellen dar. Für die Drüsennatur derselben lassen sich keine Gründe anführen. Sie haben überall ungefähr die gleiche, im ganzen sehr geringe Grösse, während bei solchen Drüsenzellen die Grösse der Mündungen nach der Menge des abzugebenden Sekretes wechselt.

Für die Natur von sensiblen Zellen spricht aber nicht nur die hier betonte, sehr geringe Grösse ihrer freien Oberfläche, sondern v. a. ihre allgemeine Übereinstimmung mit den bei den Polychäten und anderen Wirbellosen von mir dargestellten sensiblen und sensitorischen Zellen im ganzen. Ich bin also zu dem Schlusse gekommen, dass auch hier bei den Myzostomiden solche zwischen den gewöhnlichen Cylinderzellen der Epidermis eingelagerte, schmale, sensible Zellen mit grosser Warscheinlichkeit vorhanden sind. Ich versuchte auch mit der Methylenblau-Methode diese Frage zu entscheiden, leider aber bisher vergebens. An den Vertikalschnitten von in Sublimat gehärteten Myzostomen liess sich diese Sache ebenfalls nicht sicher eruieren.



GEZ. V. G. RETZIUS.

LICHTDRUCK VON LAGRELIUS & WESTPHAL, STOCKHOLM.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Biologische Untersuchungen

Jahr/Year: 1910

Band/Volume: NF_15

Autor(en)/Author(s): Retzius Gustaf Magnus

Artikel/Article: Kleinere Mitteilungen 87-95