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.

15. Juli 1897.

Nr. 14.

Inhalt: v. Lendenfeld, Die Nesselzellen der *Cnidaria* (Schluss). — Popoff, Ueber die Histogenese der Kleinhirnrinde. (Zweites Stück.) — Escherich, Einiges über die Häutungshaare der Insekten nach ihrem Funktionswechsel. — Detmer, Botanische Wanderungen in Brasilien.

Die Nesselzellen der *Cnidaria*.

Von **R. v. Lendenfeld**,

(Zweites Stück und Schluss.)

III. Entwicklungsgeschichte.

Wir wollen hier zunächst die Angaben über die Entwicklungsgeschichte der Nesselzellen selbst zusammenstellen und uns später dem Einrücken derselben in den Verbrauchsort und ihrem Ersatze durch Nachschub zuwenden.

Nussbaum (1887) schließt sich den älteren Angaben von Jickeli an. Er behauptet, dass bei *Hydra* die Nesselkapsel aus einem Bläschen hervorgehe, welches an Größe zunimmt, sich streckt, vorne in eine Spitze auswächst und, indem es selbst zur Kapsel wird, aus der erwähnten Spitze den Faden hervorgehen lasse. Der sich bildende Faden ist entweder um die Kapsel geschlungen oder vorne zu einem Knäul zusammengerollt: jedenfalls liegt er extracapsulär. Später wird der solcherart außen angelegte Nesselfaden durch den Muskeldruck und den Widerstand der Stützlamelle in die Kapsel hineingedrängt. Hiezu muss ich bemerken, dass kein solcher auf die nicht starre Kapsel ja ebenso, wie auf den Faden einwirkender Druck im Stande sein kann, eine Einstülpung des schlauchförmigen Fadens herbeizuführen. Während der Entwicklung sollen nach Nussbaum (1887) viele bereits angelegte Nesselkapseln abortiv werden. Nach Bourne's (1887) Figuren zu schließen (1887; Taf. IV, Fig. 9) zeigen embryonale Nesselkapseln von *Euphyllia glabrescens*, außen eine deutliche Spirale, welche wohl der Ausdruck des, auch hier außerhalb der Kapsel angelegten und um dieselbe geschlungenen Fadens sein dürfte. Nach Wilson (1890)

soll der Inhalt junger, in Entwicklung begriffener Kapseln teilweise mit Haematoxylin färbbar sein. Es sollen nämlich stärker tingierte Körner auftreten, welche gleich den Gliedern einer Kette mit einander sich verbindend, innerhalb der Kapsel zum Faden werden. Nach Schneider (1890) erscheint die erste Anlage der großen, ovalen Kapseln von *Hydra fusca* als ein heller Raum in einer indifferenten Zelle. Die Oberfläche dieses Raumes wird zur Kapselwand und in dessen Innerem (Schneider ist später [1891] von dieser Meinung wieder abgekommen) legt sich der Faden an. Schließlich tritt die im Subepithel herangereifte Nesselzelle mittelst Durchbohrung einer Epithelzelle an die Oberfläche. Ein Jahr später fand Schneider (1891), dass sich der Faden bei *Forskalea* und *Adamsia* außerhalb der Kapsel anlege. Er glaubt nun, dass allgemein (auch bei *Hydra*), der Faden im Laufe der Entwicklung nach außen wachse und dass er erst nach Vollendung seiner Ausbildung vom distalen Ende aus in sich selbst zurück und in die Kapsel hinein gestülpt werde. Bei *Myriothela phrygia* sollen nach Hardy (1891) die Nesselkapseln aus „hyaline masses“ hervorgehen, die einzeln oder zu zweien in subepithelialen Zellen liegen. Chun (1891) behauptet, dass der Faden innerhalb der Kapsel, und nicht, wie Jickeli und Nussbaum angegeben hatten, außerhalb derselben angelegt werde. In seiner späteren Arbeit (1892) stellt Chun die Nesselzellenentwicklung folgendermaßen dar: In der Zelle, die zu einer Nesselzelle werden soll entsteht eine kleine Vacuole. Diese vergrößert sich rasch und gleichzeitig wird der Zellkern abgeplattet. Ein, aus leicht tingierbarem Plasma bestehender Zapfen, der „Nematoblast“ Be dot's, wächst in die Vacuole hinein. Während nach Be dot aus diesem Zapfen der Schlauch und aus der Vacuole die Kapsel werden soll, nimmt Chun an, dass aus dem Zapfen der Faden und die Kapsel entstünden. Chun möchte den Zapfen statt Nematoblast, lieber Cnidoblast nennen. Der Zapfen füllt die Vacuole nicht ganz aus, und zeigt oft (*Physalia*-Tentakeltaster, centrale Ektoderm-polster von *Velella* und *Porpita*) recht unregelmäßige und bizarre Formen. Bald verliert er seine hohe Tingierbarkeit und läßt hierauf — bei Nesselzellen mit Fadenbasalstück — zunächst dieses aus sich hervorgehen. In andren Fällen entsteht innerhalb des Zapfens eine Vacuole, in welcher jenes giftige Sekret sich ansammelt, das später die fertige Kapsel erfüllt. Die Windungen des Endfadens bilden sich innerhalb der Kapsel, nach Anlage des als Centralfaden bezeichneten Faden-Basalstückes aus. Endlich wird die Kapsel scharf abgegrenzt. Außerhalb der Kapsel soll ein Rest der Vacuole übrig bleiben, der nun die Kapsel vom Mantel trennt und so die erstere in den Stand setzt leicht aus dem letzteren herauszuschlüpfen. Was Schneider neuerlich für den, außerhalb der Kapsel angelegten und diese umwindenden Faden hält, sind nach Chun (1892) nichts andres als „Ver-

dickungsstreifen in der Wand der Nesselzelle“. Die äußere Anlage und nachträgliche Einstülpung des Fadens läugnet Chun sehr entschieden. Er betrachtet Kapsel und Faden als ein einheitliches Ganzes und ist überzeugt, dass ersterer innerhalb der letzteren sich bilde. Im selben Jahre führte Schneider (1892) seine Angaben von 1891 (s. o.) weiter aus. Er zeigt nun, dass die erste Anlage der Nesselkapsel bei *Forskalea contorta* ein scharf begrenzter, wahrscheinlich von einer Membran ausgekleideter Raum ist, in welchem sich Sekret angesammelt hat. Faden- und Kapselwand sollen durch Fibrillenverklebung entstehen. Der Faden wird außerhalb der Kapsel gebildet und vom Ende her in letztere eingestülpt. Vor der Einstülpung, so lange sich der Faden noch außerhalb der Kapsel befindet, soll er viel dicker sein und viel mehr Sekret enthalten, als nachher in der Kapsel. Auch bei *Carmarina hastata* bildet sich der Schlauch extrakapsulär.

Nach Murbach (1893, 1894) teilen sich jene interstitiellen Zellen, aus denen die Nesselzellen hervorgehen amitotisch. Im übrigen gleichen sie den Mutterzellen der Geschlechtsprodukte. Sie haben einen sehr großen Kern und nur wenig Plasma: namentlich bei *Hydra* bildet das letztere oft einen kaum nachweisbar dünnen Belag auf der Kernoberfläche. Die erste Kapselanlage erscheint als ein längliches oder kugeliges, glänzendes Körperchen innerhalb des Kernes. Dasselbe rückt an die Kernoberfläche und erlangt einen hellen Hof. Von diesem Kapselkeim aus wächst der Faden nach außen vor, wobei er sich in Schlingen um den Kern herumlegt. Später stülpt sich der solcherart angelegte Faden in die Kapsel hinein zurück. Aus dieser ersten Kapselanlage geht die innere der beiden Schichten hervor, aus denen, wie oben erwähnt, die ausgebildete Kapsel besteht. Die äußere Schicht der Kapselwand wird vom umgebenden Plasma aus als Sekret auf der Oberfläche dieser ersten niedergeschlagen. Die schließlich erfolgende Einstülpung des Fadens soll eine Folge der chemischen Veränderungen sein, die das Plasma der Zelle während der Kapselentwicklung durchläuft. Es soll dabei nämlich Wasser aus der Kapsel heraus-, und in das umgebende Plasma hineindiffundieren. Hiedurch würde der intrakapsuläre Druck herabgesetzt, niedriger als der extrakapsuläre, und deshalb dann der Faden in die Kapsel hineingedrückt. Da der schlauchförmige Faden an der Spitze am zartesten ist, so wird dem überwiegenden, äußeren Drucke an dieser Stelle der geringste Widerstand entgegengesetzt werden und dementsprechend hier die Einstülpung beginnen.

Die jungen, in Entwicklung begriffenen Kapseln haben nach Murbach (1894) recht verschiedene Formen. Bei vielen Actinien umgreifen sie in Gestalt eines Hufeisens den Kern. Mit der Streckung der Rundung und der Annahme der definitiven Gestalt, geht häufig

eine Drehung der Kapsel um 90° oder 100° innerhalb der Nesselzelle Hand in Hand.

Im Gegensatz zu Murbach, Chun u. a. behauptet Schneider (1894), „dass der in der interstitiellen Zelle auftretende helle Raum in toto der Kapselanlage entspricht . . . und dass in diesen der außen angelegte Faden eingestülpt wird“. Die Untersuchung von Nesselzellenjugendstadien bei *Forskalea*, *Verella*, *Porpita* und *Carmarina* hat Schneider (1894) zu der Ueberzeugung geführt, dass die von andren Autoren als in den Kapselraum hineinragende Stäbchen, Keulen etc. beschriebenen Dinge nichts andres als durch Reagentienwirkung erzielte, artefakte Schrumpfungerscheinungen sind. Die Kapselanlage schmiegte sich dem Kerne an. Die erste Anlage des, anfangs um den Kern geschlungenen Fadens dürfte, nach Schneider (1894) vom Kern secerniert aber nicht im Kern gebildet werden. Schneider hat bis zu zehn Windungen des jungen Fadens um den Kern beobachtet. Das Basalstück des Fadens wird ganz — nicht wie Murbach glaubte, bloß teilweise — eingestülpt und die Dornen differenzieren sich erst nach der Einstülpung aus den drei Längsrippen, deren früheres Vorhandensein durch die dreieckige Gestalt der Terminalöffnung des sich einstülpenden Fadens demonstriert wird. Innerhalb der Kapsel soll der aufgerollte, schlauchförmige Faden vollkommen leer sein. Die äußere Schichte der Kapselwand soll durch Verdichtung der, aus dem Inneren heraus und durch die innere Kapselwand hindurch diffundierten Substanz gebildet werden. Erst nachdem die Nesselzelle an ihrem Bestimmungsorte angelangt ist, bilden sich Stiel und Cnidoecil aus.

Es nehmen Nussbaum, Zoja und neuerlich auch Schneider, im Einverständnis mit Jickeli, eine extrakapsuläre Bildung des schlauchförmigen Nematocysten-Fadens und eine spätere Einstülpung desselben in die Kapsel hinein an, während Wilson, Bedot und Chun an der seiner Zeit von Möbius behaupteten intrakapsulären Bildung des Fadens festhalten. Iwanzoff (1896a), der neueste Bearbeiter dieses Themas sagt, dass der Faden während der Entwicklung allerdings nach außen hervorrage, dass aber sein Endteil schon von Anfang an in den basalen, nach außen frei vorragenden Fadenteil eingestülpt sei. Wächst nun der eingestülpte (innere) Fadenteil rascher wie der äußere so wird sein Ende bald bis in die Kapsel vordringen und hier Windungen bilden. Wächst dagegen das äußere, nicht eingestülpte Fadenteil schneller als der innere, so gelangt das Fadenende während der Entwicklung überhaupt nicht in die Kapsel hinein, wogegen die extrakapsuläre Fadenanlage eine entsprechend bedeutendere Größe erlangt. Erst wenn der Faden seine volle Größe erreicht hat, stülpt er sich ganz in die Kapsel ein, worauf die Dornen gebildet werden.

Die jüngsten Entwicklungsstadien von Nesselzellen in den Acontien von *Aiptasia* führen amoeboiden Bewegungen aus und enthalten die Kapselanlage in Gestalt einer kleinen Vacuole. Letztere liegt im Plasma und nicht, wie von anderer Seite behauptet worden ist, im Kern. Die Vacuole wird oval, erlangt eine Membran und wächst. An einem Ende dieser Vacuolenmembran, die nichts anderes als die Kapselanlage ist, bildet sich eine Ausstülpung, welche wächst und sich in Schlingen um die Kapsel legt. Die Kapsel selbst hat inzwischen zwar schon eine zylindrische Gestalt angenommen, ihre Wand ist aber noch einschichtig. Der Faden wird vom distalen Ende her eingestülpt. Die ersten Phasen dieser Fadeneinstülpung entziehen sich zwar der Beobachtung, aber gleichwohl ist es sicher, dass, wie oben schon angedeutet, die Einstülpung lange vor der Vollendung der Fadenbildung beginnt. In der Umgebung der Kapsel findet sich im Leben kein heller Hof. Wo er beobachtet wurde ist er nur ein, durch Reagentienwirkung zu Stande gebrachtes postmortales Artefakt. Als Ursache der Fadeneinstülpung wird die beim Wachsstum innerhalb der Kapsel zu Stande kommende Herabsetzung des Druckes bezeichnet. Nicht an der Spitze, sondern nahe der Basis beginnt die Einstülpung des Fadens. Die Kapsel verkleinert sich beim Ausreifen. Ganz ähnlich verläuft nach Iwanzoff (1896a) die Entwicklung der Nesselzellen bei *Carmarina hastata*. Hier wird die vacuolenähnliche Kapselanlage bohnenförmig und umgreift dann den Kern. Im Inneren der Kapsel ist früh eine knäuelartige Fadenanlage zu sehen. Später sieht man auch außerhalb der Kapsel — neben dem Kerne — einen Faden. Der letztere ist doppelt; er besteht aus einem äußeren, freien, und einem inneren eingestülpten Teile, welcher sich in das intrakapsuläre Fadenknäuel fortsetzt. Schließlich bildet der äußere Faden mehrere (bis zu sechs) Windungen um den Kern, worauf er ziemlich plötzlich, ganz in die Kapsel hineingestülpt wird. Der äußere, nicht tingierbare Teil des Kapselinhaltens verdichtet sich zur inneren Schicht der Kapselwand, während der stark tingierbare Innenteil unverändert als Kapselfüllmasse zurückbleibt. Endlich streckt sich die Kapsel gerade und erhält ihre bleibende Gestalt, worauf auch in ihrem Inneren das gerade herabhängende Faden-Basal-(Axen-)Stück deutlich wird. Auch hier wird eine Verkleinerung der Kapsel beim Ausreifen bemerkt.

Die Entwicklungsgeschichte zeigt, dass die zwei Schichten der Kapselwand in einer ganz andren, als der bisher angenommenen Weise gebildet werden, und dass der Faden nicht als eine Fortsetzung der inneren Schicht — die eine sekundäre Bildung ist — sondern als eine Fortsetzung der äußeren Schicht — welche zuerst angelegt wird — angesehen werden muss.

Auch bei den Siphonophoren hat Iwanzoff (1896a) die Entwicklung der Nesselzellen verfolgt. Auch hier erscheint die erste, vacuolen-

ähnliche Kapselanlage in den Kern eingesenkt. Dieselbe wächst und ihre Wand nimmt den Charakter einer Membran an. Der Inhalt differenziert sich in eine innere, schwach lichtbrechende, stark tingierbare, und eine äußere stark lichtbrechende und nicht tingierbare Schicht. Die letztere verdichtet sich zur inneren Wandschicht der Kapsel. Bei einigen liegt ein Teil des Fadens während der Entwicklung im Inneren der Kapsel, bei andren — *Physophora* z. B. — ist dies nicht der Fall und bei diesen erreicht dementsprechend auch die extrakapsuläre Fadenanlage eine ganz ungewöhnliche Länge: sie bildet bis zu acht Windungen.

Alle diese entwicklungsgeschichtlichen Angaben beziehen sich auf die Nematocysten; über die Bildungsweise der Spirocysten ist nichts bekannt.

Oft liegen die fertigen, im Gebrauche stehenden Nesselzellen fern von den Orten, wo Nesselzellen sich entwickeln. Dies gilt auch für die Nesselzellen der Hydratentakeln. Da man niemals, selbst nicht in jungen oder frisch regenerierten Tentakeln, Jugendstadien von Nesselzellen, sondern immer nur fertige antrifft; da der Verbrauch an diesen Waffen im Tentakel ein sehr bedeutender ist, da sie trotzdem immer in bedeutender und annähernd gleich großer Zahl auf demselben angetroffen werden und da am *Hydra*-Leibe fortwährend junge Nesselzellen sich entwickeln, nimmt Nussbaum (1887), im Einverständnisse mit Jickeli und Bedot eine Wanderung der Nesselzellen von ihren Bildungsstätten am Leibe nach ihren Verbrauchsorten an den Tentakeln an. In ähnlicher Weise sollen nach Schneider (1891) die Senkfäden der *Forskalea* und die Tentakeln der *Carmarina* von den, an ihren Basen gelegenen Nesselwülsten, in denen sich allzeit Nesselzellen entwickeln, aus versorgt werden. Bei diesen sollen die Nesselzellen ihren Bestimmungsort ebenfalls durch aktive Wanderung erreichen. Auch Chun (1891) thut solcher Nesselwülste bei verschiedenen Cnidarien, namentlich Siphonophoren — Außenseite der großen Taster, welche bei *Physalia* die Fangfäden tragen z. B. — Erwähnung und giebt an, dass sich die Nesselzellen dieser Wülste nicht in einem Zustande vollkommener Ausbildung befinden und niemals losgehen. Dass diese Nesselzellen eine Ersatzreserve bilden und nach den Nesselzellen-Verbrauchsarten vorgeschoben werden, sagt Chun jedoch nicht; er behauptet im Gegenteil, dass bei *Stephanophyes superba* ein Nachschub von Kapseln in keiner Batterie vorkomme und giebt später an anderer Stelle (Chun 1892) an, dass er in keinem Falle ein Ueberwandern der Nesselzellen von einem Bildungsherde nach einem Verbrauchsorte mit Sicherheit habe nachweisen können: die von Schneider für *Forskalea* angegebene Nesselzellenwanderung soll bei den von Chun untersuchten Siphonophoren nicht stattfinden. Dagegen hält Schneider (1892)

an seiner Nachschubtheorie fest und meint, dass eine „zeitweise Beförderung“ von Nesselzellen im *Forskalea*-Fangfaden stattfindet, weil man im Subepithel derselben zuweilen sehr viele und zuweilen gar keine Nesselzellen antrifft. In einer späteren Arbeit giebt Schneider (1894), diese Nachschubtheorie, wenigstens in Bezug auf die *Forskalea*-Fangfäden auf, behauptet aber, dass allgemein eine solche Wanderung gegen den Polypenmund hin stattfindet und dass die Nesselzellen bei *Veleva* und *Porpita* von dem bekannten „Centralorgane“ aus, auf die Taster und Polypen hinüberwanderten. Murbach (1894) endlich, will die Wanderung einer, ihre Form fortwährend ändernden Nesselzelle im Subepithel von *Pennaria* direkt beobachtet haben. Auch hat er wandernde Nesselzellen in den Kanälen gesehen, welche bei *Veleva* die dicke Stützlamele durchsetzen, die hier Bildungs- und Verbrauchs-Ort der Nesselzellen von einander trennt. Oft sollen die Nesselzellen ein Cnidocil bilden noch ehe sie an ihrem eigentlichen Bestimmungsorte angelangt sind. Iwanzoff (1896a) stellt sich diesen Angaben entgegen: er glaubt nicht an eine Wanderung der Nesselzellen von den Nesselwülsten an den Tentakelbasen etc., die auch er als Bildungs-herde derselben ansieht, aus, nach den Verbrauchsorten, sondern hält diese Wülste für Anlagen, von denen aus die häufig verloren gehenden Tentakeln, natürlich gleich mit ihrer vollen Nesselzellenarmatur ausgerüstet, neu gebildet werden. Als einen der Gründe gegen die Nachschubtheorie führt Iwanzoff die Thatsache an, dass manche Siphonophoren-Nesselkapseln viel dicker als die Fäden sind, die sie — jene Theorie als richtig vorausgesetzt — durchwandern müssten, um an ihren Bestimmungsort im Nesselknopfe zu gelangen. Schneider (1896) hält dagegen auch in seiner neuesten Publikation an der Anschauung fest, dass bei den Siphonophoren im Ektoderm der basalen Abschnitte der Polypen eine Nesselzellen-Bildungsstätte vorhanden sei „von der aus in vielen Fällen der Fangfaden mit Geschossen versorgt wird“.

IV. Physiologie.

Bekanntlich habe ich (1887, 1887a) die Theorie aufgestellt, dass die Nesselzellen reflektorisch, auf jeden Cnidocilreiz hin losgehen können, dass diese Reflexaktion aber, wenn sie dem Tiere keinen Vorteil oder gar einen Nachteil brächte, durch einen, vom subepithelialen Nervenplexus ausgehenden Hemmungsreiz verhindert werde. Nussbaum (1887) traut dagegen der Nesselzelle selber eine hinreichende Urteilsfähigkeit zu, um immer zu wissen, wann sie (auf Berührung des Cnidocils hin) losgehen soll und wann nicht: aus sich selbst heraus, und ohne vom Nervensystem des Tieres irgendwie abhängig zu sein, soll sie auf äußere Reize hin ihre Entschlüsse fassen und entsprechend handeln. Ferner behauptet Nussbaum (1887), dass die verschiedenen Nesselzellenarten der *Hydra* auf verschiedene Reize hin — nicht alle

auf den gleichen Reiz — durch Explosion reagieren: die einen, wenn eine breite Fläche, die andren, wenn ein Haar ihr Cnidocil berührt. In Bezug auf die Thatsache, dass nicht jede Cnidocilberührung ein Losgehen der betreffenden Nesselzelle veranlasst, habe ich (1887, 1887a) gezeigt, dass wenn verschiedene Teile des Tieres bei der Bewegung, namentlich bei der Zusammenziehung desselben, gegen einander drücken, oder wenn Sandkörner auf Actiniententakel fallen, keine Nesselzellenexplosion erfolgt. Nach Zoja (1890) läuft auch die *Trichodina pediculus* auf der *Hydra* herum, ohne Nesselzellenentladungen zu veranlassen. Viguier (1890) schließt sich in Bezug auf die Art der Schussauslösung auf einen Cnidocilreiz hin, Nussbaum an. Er glaubt, dass das Cnidocil — er wird wohl die ganze Nesselzelle meinen — selber im Stande wäre, festzustellen, wann geschossen werden solle, und wann nicht, so dass der von mir supponierte Reflexmechanismus gar nicht nötig ist. Während dieser Autor (bei *Tetraplatia volitans*) nie eine Verbindung zwischen Nesselzellen und subepithelialen Nerven (er hat überhaupt keine Ganglienzellen aufgefunden) sah, giebt Schneider (1890) an, bei *Hydra* einmal eine solche beobachtet zu haben, welche Beobachtung er freilich, weil er sie nicht wiederholen konnte, für sehr zweifelhaft hielt. Dennoch nimmt er einen Zusammenhang zwischen Nesselzellen und subepithelialen Ganglienzellen durch das Plasma der Deckzellen, in denen die Nesselzellen stecken, an. Die Nesselzellen des *Hydra*-Tentakels sollen nach Schneider nebenbei auch als Sinneszellen fungieren. Nach Chun (1891) lassen die jugendlichen Nesselknöpfe von *Agalma rubrum* auf der Dorsalseite einen Nervenstrang erkennen, welcher distal starke Seitenzweige abgiebt und vor dem Endknopfe in eine große, verästelte Ganglienzelle mit mehreren Kernen ausläuft. Auch bei *Velella* und *Physalia* hat Chun reich verästelte Ganglienzellen gefunden. Das normale Cnidocil hält dieser Autor nicht für einen „Schlagbolzen“, sondern für ein Sinneshaar. Als solches teilt es den dasselbe treffenden Reiz dem Plasmamantel der Nesselzelle mit. Durch die Kontraktion des letzteren und namentlich des Stieles, wird dann die Explosion der Nesselkapsel herbeigeführt. Die „Muskelstiele“ durch nervöse Apparate verbunden gedacht, kann man sich nach Chun vorstellen, wie ein, nur ein einziges Cnidocil treffender Reiz genügt um eine größere Anzahl von (benachbarten) Nesselzellen zur Entladung zu bringen. Die von Chun vermutete Verbindung der Nesselzellen mit dem Nervensystem des Tieres soll keinem andren Zwecke als der weiteren Uebertragung des Reizes auf andre Nesselzellen dienen: eine solche hemmende Funktion, wie ich ihnen zuschrieb, teilt Chun jenen Nerven nicht zu. Auch Chapeaux (1892) nimmt (bei *Hydra*) eine Verbindung der Nesselzellen mit den Ganglienzellen an. Er glaubt, wie Chun, dass die Berührung eines Cnidocils nicht nur die Explosion der Kapsel zu der es gehört,

sondern auch benachbarter Kapseln zur Folge habe. Daher müssen Nerven-Verbindungen vorhanden sein und bei der Entladung eine Rolle spielen. Nach Goto (1895) sind die jungen Nesselzellen in den Siphonen von *Physalia* durch Plasmastränge verbunden, welche wohl zur Reizübertragung und zur Veranlassung der Entladung einer größeren Anzahl von ihnen auf einen einzigen, lokalen Reiz hin, dienen könnten. Grenacher (1895) hält es für nicht ausgeschlossen, dass der Cnidocilreiz durch die Nesselzelle auf den subepithelialen Nervenplexus und weiterhin auf die Muskeln übertragen würde. Diese sollen sich daraufhin solcherart zusammenziehen, dass der betreffende Teil (im Tentakel z. B.) dem Objekte, von dem der Reiz ausging, zugewendet wird. Nach Bedot (1896) könnte wohl bei Cnidarien, nicht aber bei andren nesselnden Tieren (Aeoliden z. B.) ein einfacher Cnidocilreiz zur Veranlassung einer Explosion genügen. Iwanzoff (1896a) glaubt, dass die erste Ursache des Schusses entweder ein Druck auf das Cnidocil oder eine plötzliche Kontraktion des, die Nesselzelle umgebenden Gewebes sei.

Ob nun der Reiz bloß vom Cnidocil, oder ob er auch unter Umständen vom subepithelialen Nervenplexus ausgeht; ob ein Hemmungsreiz die Schuss-veranlassende Reflexaktion verhindert, oder ob dies nicht der Fall: jedenfalls schien es immer notwendig, eine Kontraktion, sei es des Mantels, sei es des Stieles, sei es der Kapsel selbst oder des umgebenden Gewebes als die mechanische Ursache des Schusses anzunehmen. Ich (1887, 1887a) habe direkt die Mantelkontraktion als mechanische Schussursache bezeichnet. Auch Nussbaum (1887) ist dieser Meinung. Er nimmt an, dass sich die Kapsel in einem starken Spannungszustande befinde, und dass der Manteldruck, zu dieser Spannung hinzukommend, mit ihm vereint den Widerstand überwinde und den Schuss veranlasse. Zoja (1890) führt als Beweis dafür, dass der Manteldruck die Explosion veranlasse, die Beobachtung an, dass bei *Hydra* die abgeschossenen Kapseln viel schlanker, als die geladenen sind. Auch Schneider (1890) ist der Ansicht, dass die mechanische Schussursache in einer Mantel- und zum Teil vielleicht auch in einer Stielkontraktion zu suchen sei. Jeder andre Erklärungsversuch wird von ihm als ziemlich aussichtslos bezeichnet. Nach Chun (1891) soll die Kapselspannung im Vereine mit dem, beim Abreißen der „gefensterten Lamelle“ zu Stande kommenden Drucke die mechanische Ursache der Entladung der großen, des Muskelmantels und -Stiels entbehrenden Kapseln in den Nesselknöpfen der Siphonophoren sein. Chapeaux (1892) erblickt im Manteldrucke die mechanische Schussursache, und auch Schneider (1892) wiederholt seine früheren Angaben, fügt diesen aber jetzt die Bemerkung hinzu, dass in jenen Fällen, in denen die „äußere Muskelhülle“, der Mantel, fehlt, die äußere Kapselwandschicht sich kontrahieren und den Faden hervorstößen dürfte. Er schreibt also jetzt, der äußeren Schicht der Kapsel

selbst eine muskulöse Natur zu. Auch Murbach (1894) hält die Mantelkontraktion für die mechanische Schussursache. Grenacher (1895) schließt sich insofern Nussbaum an als er sagt, dass normaler Weise ein starker Druck in der Kapsel herrsche. Wenn nun zu diesem noch eine Druckwirkung von außen her hinzukäme, so müsste der Schuss losgehen. Diese äußere Druckwirkung kann nach Grenacher nicht Folge einer Stielkontraktion sein, eher noch einer Mantelkontraktion. Den ganzen Entladungsmechanismus stellt sich dieser Autor bei *Hydra* folgendermaßen vor: der Kapselspannung leisten das Deckelchen, und der obere Mantelrand Widerstand. Wird das Cnidocil gereizt, so glätten sich jene oben beschriebenen feinen Falten, durch die unter gewöhnlichen Umständen der Mantelrand zusammengezogen ist. Dabei erweitert sich natürlich der Ring, den der obere Mantelrand bildet; er setzt nun der Kapselspannung keinen Widerstand mehr entgegen und das Deckelchen allein ist zu schwach um der Kapselspannung Widerstand zu leisten: es wird abgeworfen und der Faden tritt hervor. Man sieht, dass auf diese Weise die Kapselspannung allein genügen würde um die Entladung herbeizuführen. Es ist selbstverständlich, dass alle diese Erklärungen der mechanischen Schussursache eine Verkleinerung des Volumens der Kapsel beim Schusse, wie sie Zoja (s. o.) auch thatsächlich beobachtet haben will, voraussetzen. Iwanzoff (1896a) hat nun gezeigt, dass einige Nesselkapseln, wie die großen von *Pennaria cavolinii* und *Halistemma rubrum*, sowie die ellipsoid-kugligen von *Agalma* sich beim Schusse allerdings etwas verkleinern und dabei dickwandiger werden; dass diese Verkleinerung jedoch der sehr beträchtlichen Vergrößerung des Gesamtvolumens von Kapsel und Schlauchfaden bei der Ausstülpung des letzteren lange nicht gleich kommt. Ferner hat es sich auch gezeigt, dass einige Kapseln, wie z. B. jene von *Caryophyllia* und *Cerianthus* beim Schusse größer statt kleiner werden. Nach dem Schusse ist das Volumen des ausgestülpten Fadens + dem Volumen der Kapsel immer, auch bei den erstgenannten, viel größer als das Kapselvolumen vor dem Schusse. Woher kommt, und was ist die Substanz, welche in den Faden und die Kapsel eindringend, jene Volumvermehrung des Ganzen beim Schusse bewirkt? Iwanzoff sagt: das Wasser. Es ist ihm nämlich gelungen, den Kapselinhalt mit Methylenblau zu tingieren, woraus er schließt, dass derselbe nicht eine einfache, bloß hydrostatisch wirkende Flüssigkeit (Wasser) ist, wie Murbach annahm, sondern eine, allerdings wasserhaltige, aber doch organische und zwar gelatinöse und giftige Substanz. Diese Substanz hält er für sehr hygroskopisch und erblickt in dieser Eigenschaft die wahre, mechanische Ursache des Schusses. In den Fällen, in denen die abgeschossenen Kapseln größer wie die geladenen sind, kann offenbar weder Manteldruck noch Kapselspannung die mecha-

nische Schussursache sein. Wenn die intrakapsuläre Substanz Wasser aufnehmen würde, so wäre die Größenzunahme der Kapsel, welche in einigen, und die Volumenzunahme des Ganzen (Kapsel + Faden), welche in allen Fällen beobachtet wird, ganz natürlich und selbstverständlich. Iwanzoff meint, dass durch einen äußeren Reiz, Stoß auf das Cnidocil, Kontraktion des benachbarten Gewebes, das Deckelchen abgeworfen und dann das Basalstück des Fadens ein bischen vorgestülpt würde. Die Kapselwand, und zwar die innere Schicht derselben, soll für Wasser ganz undurchlässig sein, so dass trotz der hygroskopischen Eigenschaft des gelatinösen Kapselinhaltes kein Wasser in die Kapsel hineingelangen kann, so lange die Nesselzelle ruht. Die Wand des schlauchförmigen, nach Abwerfung des Deckels etwas exponierten Fadens soll aber für Wasser durchlässig sein: durch sie in das Innere der Kapsel eindringend und mit der, in der letzteren enthaltenen, gelatinösen Substanz sich mischend, bewirkt es eine so starke und plötzliche Quellung und Anschwellung des Kapselinhaltes, dass der Faden rasch hinausgedrängt und ausgestülpt wird. Diese Ausstülpung, das Hervorschießen des Fadens soll in Wirklichkeit viel langsamer vor sich gehen als es unter dem Mikroskop erscheint und es soll die Fadenausstoßungsgeschwindigkeit umsomehr abnehmen, je weiter er ausgestülpt ist. Den ersten Anstoß zu der Abwerfung des Deckelchens, welche den ganzen Prozess einleiten soll, sucht Iwanzoff „in benachbarten Elementen“, nicht in der Nesselzelle selbst.

So schön diese Theorie auch ist, so erscheint sie doch ganz unhaltbar. Keine so dünne und (vermutlich) chitinige Membran wie die Kapselwand wäre im Stande zu verhindern, dass Wasser auf osmotischem Wege zu der außerordentlich hygroskopischen, gelatinösen Substanz innerhalb der Kapsel gelangt; und in der That beweist die Tingierbarkeit des Inhaltes intakter Kapseln jene Wasserdurchlässigkeit der Kapselwand. Wenn aber die Kapselwand wasserdurchlässig ist, so muss sich die intrakapsuläre Substanz, sobald sie jene hygroskopische Eigenschaft erlangt hat, mit Wasser vollsaugen, und dieser Prozess wird nicht erst dann eintreten, wenn das Deckelchen abgeworfen und der Faden exponiert ist.

Wie dem auch sei, so wird doch jedenfalls bei den Nematocysten der schlauchförmige Faden, während des Schusses, in sich zurück- und dabei ausgestülpt. Ueber diesen Punkt sind alle Autoren mit Ausnahme Nussbaum's einig. Der letztgenannte giebt an (Nussbaum 1887), dass bei *Hydra* nur das Fadenbasalstück wirklich ausgestülpt werde und dass dann der dünne Endfaden in Gestalt einer Schlinge aus dem Ende des ausgestülpten Basalstückes hervortrete; wonach — in dieser Hinsicht ist Nussbaum's Darstellung unklar — also der Endfaden beim Schusse nicht umgestülpt würde. Das Basalstück des Fadens soll, wenn nur dieses (und

nicht auch der Endfaden) ausgestoßen ist, bauchig aufgetrieben erscheinen. Nach Nussbaum (1887) sollen glatte Oberflächen von Beutetieren von den Fäden der großkapsligen Nesselzellen gespickt, Haare und Borsten aber von den Fäden der kleinkapsligen (Sorte 3) umwunden werden. Die großkapsligen (der Sorte 2) sollen überhaupt nicht zur Betäubung, beziehungsweise zum Fange von Beutetieren verwendet werden, sondern ausschließlich als Defensivwaffen wirken und nur durch Druck oder Essigsäurezusatz künstlich zur Entladung gebracht werden können. Der Faden der großkapsligen *Hydra*-Nesselzellen soll beim Schusse normaler Weise abbrechen, und das Gift aus der Bruchstelle hervortreten. Man findet, sagt Nussbaum (1887) diese Fäden entweder entleert, dünn und untingierbar; oder nicht entleert, dick, und von einer tingierbaren Substanz, dem noch nicht ausgeflossenen Gifte erfüllt. Auch soll nach dem Schusse die Kapsel keinen Farbstoff mehr aufnehmen. Ich habe dementgegen gefunden, dass viele von den abgeschossenen Kapseln (bei Actinien) einen färbaren Inhalt besaßen. Nussbaum (1887) behauptet, dass die großen *Hydra*-Nesselkapseln beim Schusse immer mit samt dem Faden ausgestoßen werden. Danielssen (1889) giebt an, dass (bei *Cerianthus borealis*) das Gift beim Schusse von der Kapsel aus in den schlauchförmigen Faden eindringe. Viguier (1890) ist der Ansicht, dass der Nesselfadenschlauch eine terminale Oeffnung besitze. Der giftige Kapselinhalt soll beim Schusse in den Faden hineingepresst werden, diesen durchfließen und durch die terminale Oeffnung austretend in die vom Faden erzeugte Wunde eingeführt werden. Viguier behauptet das Austreten von Gifttröpfchen — die sich in Osmiumsäure bräunten — aus dem Fadenende direkt beobachtet zu haben und bildet diese Tröpfchen ab. Selbstverständlich könnte man solche Tröpfchen in dem Wasser, in dem das Objekt liegt, nur dann sehen, wenn das Gift eine, mit Wasser nicht mischbare, etwa fettartige Substanz wäre. Da sich nun aber dieses Nesselgift allem Anscheine nach sehr gut mit Wasser mischt, so können jene, von Viguier beobachteten Tröpfchen das Nesselgift wohl nicht gewesen sein.

Viguier und die andren Autoren, welche behaupten, dass das Gift den ganzen Fadenschlauch durchströme um am Ende desselben auszutreten, scheinen nicht zu bedenken, welchen großen Reibungswiderstand eine so lange und so enge Röhre, wie der Nessel faden eine ist, der Bewegung einer sie durchströmenden Flüssigkeit entgegen setzt. Nach der Poisseuille'sehen Formel $V = \frac{P R^4}{8 \mu l}$ könnten bei Schlauchfadendimensionen, wie Viguier sie von den *Tetraplatia*-Nesselzellen angiebt (1890, Fig. 17): Schlauchdurchmesser 0.0007 mm, Schlauchlänge 2 mm, in Zeit von 10 Sekunden (länger dauert es sicher nicht bis die Vergiftung eintritt) und unter der Annahme, dass

1. der Schlauch in Folge seiner Elastizität beim Hindurchfließen des Giftes während des Schusses auf das zehnfache seiner Weite ausgedehnt wird und dass 2. die Druckdifferenz P (Kapselspannung) 10 Atmosphären betrage, nur $\frac{162}{10^{10}}$ und wenn 1000 solche Nesselzellen zugleich wirken, nur $\frac{162}{10^7}$ Kubikmillimeter Gift, eine wohl kaum hinreichende Menge, in das Beutetier eingespritzt werden.

Auch Schneider (1890) ist der Ansicht, dass das Gift in der Kapsel enthalten ist und beim Schusse durch den Faden und durch eine an seinem Ende befindliche Oeffnung die er allerdings nicht beobachtet hat — ausgespritzt wird. Im Gegensatze zu Nussbaum behauptet Schneider, dass der Faden normaler Weise nicht abbreche.

Zu Beginn der Ausstülpung bilden die drei Basaldornen der *Hydra*-Nesselfäden, wie auch schon frühere Autoren angegeben haben, nach Schneider einen dreikantigen Dolch, welcher in das Beutetier eindringen kann. Bei *Forskalea* hat Schneider (1892) bemerkt, dass der Fadenschlauch durch das in ihm emporgetriebene Sekret stark dilatiert wird. Nach Murbach (1894) soll — wie seinerzeit auch ich (1887) geglaubt hatte — das Gift innerhalb des, in der Kapsel in sich selbst zurückgestülpt ruhenden Schlauchfadens liegen, um dann, bei der Explosion und Umstülpung desselben, an die äußere Fadenoberfläche zu gelangen. Dementgegen soll der eigentliche, außerhalb des Fadens liegende Kapselinhalt nur hydrostatisch wirken. Schneider (1894) hingegen hält an der Anschauung fest, dass eben diese außerhalb des Fadenschlauches befindliche, intrakapsuläre Flüssigkeit das wahre Gift, der zurückgestülpte, ruhende Faden aber völlig leer sei. Grenacher (1895) hat Nesselfäden von *Hydra* in einer Mückenlarve und Nesselfäden einer Siphonophore in *Salpa democratica* gefunden. Bei der letzteren sah er die Nesselfäden gerade ausgestreckt die Gallerte durchsetzen, während die Kapseln außen anhafteten. Grenacher vergleicht die Bohrwirkung des Nesselfadens mit jener des *Tetrarhynchus*-Rüssels. Während der Fadenausstülpung bilden die Dornen immerfort neue Stilete am Gipfel des vorrückenden Fadens, die sich dann, ebenso wie die Ausstülpung fortschreitet, hakenartig umlegen und den Faden im Gewebe der Beute verankern. Wenn auch viele, oder gar die meisten Fäden nicht in das Beutetier eindringen sondern nur der äußeren Oberfläche desselben anhaften, so erfüllen nach Grenacher doch nur jene ihren eigentlichen Zweck, welche sich einbohren, weil eben nur diese ihr Gift dorthin bringen, wo es wirken kann. Der giftige Kapselinhalt soll durch die Fadenwand hindurch diffundieren, eventuell aus Rissstellen hervortreten. Das Vorhandensein einer Oeffnung am Fadenende scheint Grenacher nicht für wahrscheinlich zu halten. In ähnlicher Weise schildert

Iwanzoff (1896a) das Eindringen der Fäden der großkapsligen Nesselzellen von *Pennaria cavolini*, nur meint er, dass der Basalteil beim Weitereindringen des Endteils wieder hinausgedrückt würde. Die großen Basaldornen bilden ein starkes, chitiniiges Stilet, welches den Hautpanzer des Beutetieres durchbohrt und so freie Bahn für das Eindringen des Endfadens in die tieferen, meist weicheeren Gewebelagen desselben schafft. Während der Ausstoßung wird der Faden sehr stark aufgebläht und in dem aufgeblähten, äußeren Teile bewegt sich der innere, nicht aufgeblähte Teil leicht vorwärts. Das Gift soll durch Zerreißen des Fadens in die Wunde gelangen.

Ueber die Heftigkeit der Giftwirkung macht Iwanzoff (1896a) eine interessante Mitteilung. Er sagt, dass er einmal einen *Halistenma*-Nesselknopf in der Hand zerdrückt und dabei einen brennenden Schmerz verspürt habe, welcher allmählich abnehmend, drei Wochen lang fühlbar war. Auch konnte er mit der Loupe die Stiche sehen, welche die einzelnen Nesselfäden in seiner Haut erzeugt hatten.

Die von Chun (1891) beschriebenen, Adlerschnabel-artigen *Cnidocils* in den eichelförmigen Nesselknöpfen der *Stephanophyes superba* sollen zur Festhaltung des Beutetieres dienen, welches dann, durch seine Fluchtversuche einen kräftigen Zug ausübend, die gefensterete Membran des Nesselknopfes abreißt und die Hauptbatterie zur Entladung bringt.

Ich selbst habe neuerlich Experimente mit verschiedenen Gemischen von Gelatine und Wasser gemacht, Gallerten, welche in feine Scheiben zerschnitten, so an Actiniententakel (*Bunodes gemmaceus*) herangebracht wurden, dass die Nesselfäden sich in die Ränder dieser Gallertplatten einbohrten. Diese Scheiben wurden dann auf einem Objektträger unter das Mikroskop gebracht. So konnte ich die nesselfadengespickte Randfläche der Gallertplatte schön im Profil, von der Seite beobachten. Ist die Gelatine sehr hart (reine Gelatine frisch ins Wasser gebracht), so haften ihr außen zahlreiche Nesselkapseln mit ganz ausgestülpten Nematocystenfäden sowie ausgestoßene auf- oder noch zusammengerollte Spirocystenfäden an. In solche Gelatine vermögen die Nesselfäden gar nicht einzudringen. Bei Anwendung einer Gallerte von 50proz. Gelatine sind viele Fäden ganz ausgestoßen und oberflächlich angeheftet und einige wenige in die Gallerte eingedrungen. Von den letzteren ist jedoch nur das Basalstück — von Kapsellänge etwa — ausgestülpt. Dasselbe erscheint stark aufgetrieben mit, in distaler Richtung abstehenden Dornen und hat die Gestalt einer Weizenähre. In diesem ausgestoßenen Basalstück liegt — aufgerollt — der Endfaden; bis in die Kapsel zurück reicht der letztere nicht. Weiter ausgestülpt und tiefer eingedrungen sind die Nematocysten-fäden bei Anwendung von 20proz. Gelatine. Die ausgestülpten Fäden sind hier 0.04—0.16 mm lang; die Kapseln, zu denen sie gehören, liegen

der Gallertoberfläche dicht an. Die am weitesten eingedrungenen Fäden erscheinen etwas verkrümmt: im Ganzen verlaufen aber alle senkrecht zur getroffenen Gallertoberfläche. Auch bei Anwendung von 5proz. Gelatine -- und diese möchte ich für solche Versuche als die passendste empfehlen -- stecken sehr viele, nur zum geringen Teile ausgestülpte weizenährenähnlich aufgeblähte Fäden senkrecht in der Gallerte. Wendet man endlich 2proz. Gelatine-Lösung -- das ist schon eine sehr weiche, schwer zu handhabende Gallerte -- an, so findet man zumeist ganz ausgestülpte, senkrecht in die Gallerte eingedrungene, schwach geschlängelte Fäden.

Man kann diese losgegangenen Nesselkapseln und Fäden z. T. sehr gut tingieren. Es macht den Eindruck als ob die Tingierbarkeit des Kapsel- und Faden-Inhaltes im umgekehrten Verhältnisse zum Grade der Fadenausstülpung stünde. Es ist diese Regel jedoch an Ausnahmen sehr reich: oft sind Kapseln mit weit ausgestoßenem Faden stärker als solche tingiert, bei denen der Faden nur wenig oder gar nicht hervorgestülpt ist.

V. Schlussbetrachtung.

Ueberblicken wir nun die Fortschritte, welche die Nesselzellenforschung im Laufe des letzten Decenniums gemacht hat, so erkennen wir die Notwendigkeit, einige von unsren Anschauungen über dieselben zu modifizieren.

Der von mir und Schneider vertretenen Auffassung der Nesselzellen als Drüsenzellen hat sich nun jene Iwanzoff's als plausibel hinzugesellt, wonach sie modifizierte Epithelzellen wären. Die Anschauungen von Chun, nach denen sie Neuromuskelzellen, und jene von Chapeaux, nach denen sie Sinneszellen wären, erscheinen durch die neueren Funde widerlegt.

Ein entschiedener Fortschritt ist die wahre Erkenntnis des prinzipiellen Unterschiedes zwischen Nematocysten und Spirocysten, die wir Bedot verdanken.

Die zuerst von Chun aufgestellte und von vielen Autoren acceptierte Behauptung, dass der Stiel der Nesselzelle muskulös sei, wird von den Ergebnissen der neuesten Untersuchungen nicht bestätigt, ja es ist sogar zweifelhaft geworden, ob der Mantel muskulös ist. Die von Chun und Bedot beschriebene Querstreifung des Stieles und eines Teiles des Mantels gewisser Siphonophorennesselzellen (*Verella* etc.) hat sich als eine, durch das Vorhandensein eines feinen elastischen Fadens hervorgerufene Täuschung entpuppt. Dieser Faden ist an die Stützlamelle angewachsen, er durchzieht oder umzieht in Gestalt einer Spirale den Stiel, bildet dann häufig unter, beziehungsweise neben der Kapsel ein Knäuel und heftet sich vermutlich mit seinem Distalende an die Kapsel selbst an. Es kann wohl keinem Zweifel unterliegen,

dass dieser Faden als Angelsehnr oder Harpunenleine wirkt, indem er die abgeschossene, durch den Nessel-faden an das Beutetier angeheftete Kapsel festhält und das Beutetier wohl auch, in Folge seiner Elastizität, näher heranzieht. Bei Hydromedusen und Siphonophoren sind mehrfach Fäden beobachtet worden, die am Ende Nesselkapseln tragen und wohl auch als solche elastische Angelsehnr oder Harpunenleinen anzusehen sein werden.

Die Wand der Nesselkapsel ist doppelschichtig. Hierüber sind alle neueren Autoren einig. Während aber die meisten den Fadenschlauch als eine Fortsetzung der inneren Wandseicht ansehen, vertritt Iwanzoff die Meinung, dass er eine Fortsetzung der äußeren Wandseicht oder beider Wandseichten sei.

Während der Spirocysten-faden stets glatt ist, trägt der Nemato-cysten-faden normaler Weise drei, spiralg angeordnete Längsreihen von Dornen, die im allgemeinen von der Basis gegen das Fadenende an Größe abnehmen, und deren drei unterste bei den Hydroiden zu mächtigen Stacheln geworden sind. Beim Hervorstülpen des Fadens müssen alle diese (im ruhenden Fadenschlauch nach Innen ragende) Dornen natürlich nacheinander hervortreten, und zwar zuerst zu einem Stilet zusammengelegt, das, einem dreikantigen Stiebajonett ähnlich wirkend, in das Gewebe des Beutetieres eindringt. Bei der weiteren Hervorstülpung des Fadens legen sich die drei Dornen dieses Stilets nach Außen um und bilden Widerhaken, welche das Hinausgleiten des Fadens in Folge des, mit seinem weiteren Vordringen verbundenen Rückstoßes verhindern. Irrtümlich hat Iwanzoff behauptet, der Faden würde durch diesen Rückstoß (beim Weitervordringen) teilweise wieder ausgestoßen. Da ein sehr großer Teil der Beutetiere der Cnidarier, Crustaceen, Tiere mit hartem Hautpanzer also sind, so musste die Zuechtwahl dahin streben, den Faden zur Durchdringung solcher Exoskelete geschickt zu machen. Dieses Ziel hat sie durch die Vergrößerung der Basaldornen, namentlich bei den Hydroiden, zu erreichen gesucht. Im Ganzen ist der rasch hervorbrechende und dabei um die eigene Axe schraubenartig sich drehende, dreikantige Nessel-faden mit seinen nach Außen und Hinten sich umlegenden Dornen ein Bohr-instrument von außerordentlicher Leistungsfähigkeit, das, wie Grenacher sehr richtig bemerkt, jedenfalls zum Eindringen in die, und nicht bloß zum Anschmiegen an die Beute bestimmt ist.

Während frühere Autoren in der Kapselspannung und dann in dem, bei der Kontraktion des Mantels, beziehungsweise Stieles zustande kommenden Drucke die mechanische Entladungsursache sahen, hat Iwanzoff die starke Wasseranziehung und Quellbarkeit des Kapsel-inhaltes als die Explosionsursache hingestellt. Diese Theorie kann jedoch der Kritik nicht Stand halten. Es erscheint vielmehr am wahrscheinlichsten, dass die in der Kapsel vorhandene, hygroskopische Sub-

stanz, durch die Kapselwand Wasser osmotisch aufsaugend nur den, von den meisten Autoren angenommenen Turgor, die Kapselspannung verursacht. Die physikalischen Eigenschaften solcher Substanzen, wie die gallertige Kapselfüllmasse machen ihr Entweichen durch die Kapselwände beim Aufquellen unmöglich und es wird daher der Druck innerhalb der Kapsel so lange zunehmen, bis er der hygroskopisch-osmotischen, Wasser-hereinsaugenden Wirkung der intrakapsulären Substanz die Wage hält. Explodiert dann die Kapsel, so wird — durch Austoßung (Spirocysten), beziehungsweise durch Um- und Ausstülpung (Nematocysten) des Fadens — plötzlich Raum geschaffen, der Druck nimmt ab und die Endosmose füllt nun, allein wirkend, den ganzen frei werdenden Raum rasch mit Wasser an. Es ist also die hygroskopische Natur der Kapselfüllmasse die Ursache der Kapselspannung und somit auch zum großen Teile die Quelle der Kraft, durch welche beim Schusse der Faden hervorgeschnellt wird; sie bewirkt aber keineswegs die Explosion in der von Iwanzoff angegebenen Weise und es dringt das Wasser auch nicht, wie dieser Autor meint, durch die Fadenwand allein, sondern ebenso durch die Kapselwand ins Innere ein. Man wird daher immer noch irgend ein andres Agens als mechanische Schussursache ansehen müssen; und dieses Agens erscheint heute, da die Annahme einer muskulösen Natur des Stiels und des Mantels mehr als fraglich geworden ist, zweifelhafter denn je. Ebenso ungewiss ist es, wie eigentlich das Gift in das Beutetier eingespritzt wird.

Meiner Theorie, wonach ein vom subepithelialen Nervenplexus ausgehender Hemmungsreiz die, sonst reflektorisch erfolgende Entladung der Nesselzellen zuweilen hintanhaltet, entgegen, haben Nussbaum und Viguiet behauptet, dass die Nesselzelle selber ein Urteil darüber sich bilde, ob sie auf den Cnidocilreiz hin losgehen solle oder nicht. Die neueren Beobachtungen haben wenig Licht auf diese Frage geworfen. Im Allgemeinen haben die Autoren bei ihren diesbezüglichen Spekulationen die Thatsache, dass beim heftigen Zusammenziehen der Tentakel und anderer Körperteile, ein sehr großer Druck zu Stande kommt, ohne Nesselzellenentladung herbeizuführen, zu wenig berücksichtigt. Allem nach scheint meine Reflex- und Hemmungs-Theorie immer noch die einzige zu sein, welche geeignet ist, alle Beobachtungen ungezwungen zu erklären.

In Bezug auf die Entwicklungsgeschichte haben die neueren Untersuchungen die Streitfrage über die Art der Schlauchbildung, intra- oder extrakapsulär, in befriedigender Weise und zwar im Allgemeinen zu Gunsten Jeckeli's, des Entdeckers der extrakapsulären Schlauchbildung, entschieden.

machen zu dürfen, „unsre Kenntniss von der Wirkungsweise der Nesselzellen ist jetzt eine befriedigende“ — und nun, nach zehn Jahren, da wir so viel mehr über den Gegenstand wissen als damals, muss ich leider gestehen, dass mir unsre Kenntniss von diesem Gegenstande nicht mehr befriedigend erscheint. Das ist natürlich genug, denn je tiefer man in einen Gegenstand eindringt und je schärfer die Kritik ist die man übt, um so schwerer wird es, diesen in „befriedigender“ Weise zu erklären. [54]

Ueber die Histogenese der Kleinhirnrinde.

Von Dr. S. Popoff.

(Zweites Stück.)

Katzen-Embryo von 8 cm Länge.

Wir wollen uns vorläufig mit diesen Schlüssen, die wir noch späterhin durch weitere Untersuchungen erweitern werden, begnügen und wenden uns jetzt zum folgenden Studium, d. h. Katzen-Embryo von 8 cm. Auf der Abbild. III sehen wir deutlich, dass die Kleinhirnrinde in diesem Alter aus vier, nicht scharf abgegrenzten Schichten oder richtiger gesagt — Zonen besteht. Ganz nach außen haben wir die sogenannte äußere Körnerschicht, nach ihr folgt die embryonale Molekulärschicht, als dritte — die Schicht der Purkinje'schen und Golgi'schen embryonalen Zellen und endlich als vierte — die sich bildende innere Körnerschicht. Beim Vergleich dieses mit dem beim Katzen-Embryo von 5 cm Beschriebenen, können wir hier einige neue Facta konstatieren.

Auf jenem Objekte beschrieben wir die Mantelschicht als eine, aus gleichen Elementen bestehende Schicht; hier aber hat sie sich scharf durch die schnellere Differenzierung der mehr nach außen gelegenen Zellen als die inneren, in zwei Schichten gesondert. Die Zellen wurden bedeutend größer und ihr Protoplasma ist deutlich ausgesprochen als kegelförmige, mit der Spitze zur molekulären Schicht gerichtete Anhängsel. Zuweilen liegen seine Anhängsel oder Fortsätze nicht vertikal sondern ein wenig schief zur Kleinhirnoberfläche; nicht alle Zellen jedoch haben solche ähnliche Fortsätze. Weiter ein wenig nach innen von dieser Zellengruppe, liegt eine große, in beiden Polen mit mehr oder weniger langen Fortsätzen versehene Zelle. Sowohl nach der Größe und Lage dieser Zellen, wie auch auf Grund der nach der Golgi'schen Methode parallelen Beobachtungen dieser Periode, ist es kein Zweifel, dass diese großen Zellen — die sich entwickelnden Purkinje'schen und Golgi'schen Zellen sind. Wir bringen absichtlich auf einer Zone diese zwei Zellenformen zusammen, da unsere Beobachtungen unbedingt beweisen, dass im Anfange die Golgi'schen Zellen zusammen mit den Purkinje'schen sich differenzieren.

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): Lendenfeld Robert Ingaz Lendlmayr

Artikel/Article: [Die Nesselzellen der Cnidaria. 513-530](#)