

Beiträge zur Kenntnis der Anatomie und Entwicklung der Nesselorgane der Hydroiden.

Von

Lewis Murbach.

Hierzu Tafel XII.

Die vorliegende Arbeit wurde im Dezember 1892 im Laboratorium des Herrn Geh.-Rat Prof. Leuckart angefangen. Sie wurde dadurch angeregt, dass mir bei Gelegenheit anderer Untersuchungen mehrere bis jetzt unbekannte Entwicklungsstadien der Nesselorgane aufstiegen, über die ich in einer vorläufigen Mitteilung¹⁾ berichtete. Meine Aufmerksamkeit war zwar im Anfang nur auf die Entwicklung der Nesselorgane gerichtet; allein da sich mir bei diesen Untersuchungen auch betreffs der Anatomie einige neue Gesichtspunkte darboten, halte ich es nicht für unzweckmässig, der Darstellung meiner Beobachtungen über die Entwicklung einige Angaben über die Anatomie derselben vorausgehen zu lassen.

Betreffs der Methoden der Untersuchung habe ich nichts besonderes zu bemerken. Neben dem Studium von Paraffinschnitten, teilweise auch von Celloidinschnitten an konserviert vorliegenden Objekten wurden besonders Zupf- und Klopffpräparate hergestellt.

Frisches Material stand mir nur von Hydra²⁾ zur Verfügung. Das Spiritusmaterial bestand aus Hydroiden, Medusen und Siphonophoren.

Ein Teil der letzteren war mir von Herrn Prof. Dr. Chun gütigst zur Verfügung gestellt worden, wofür ich nicht unterlassen will, demselben an dieser Stelle meinen besten Dank auszusprechen. Vor allem aber möchte ich meinem hochverehrten Lehrer Herrn Geh.-Rat Prof. Leuckart für die grosse Freundlichkeit und die er-

¹⁾ Zool. Anz. No. 419, 1893.

²⁾ Im Texte sind die Speciesnamen weggelassen, da die hier beschriebenen Verhältnisse bei den verschiedenen Species nicht abweichen. Die benutzten Species sind aber in der Tafelerklärung angegeben.

munternde Teilnahme, mit der er jederzeit meine Studien unterstützte, meinen aufrichtigen Dank entgegenbringen.

Was die Anordnung des Stoffes in der folgenden Darstellung anlangt, so hielt ich es für zweckdienlich, sowohl bei der Besprechung der Anatomie der Nesselorgane, wie auch bei den Angaben über die Entwicklung der in Frage stehenden Organe zuerst eine kurze Zusammenstellung des bereits Bekannten zu geben und daran das von mir neu Beobachtete anzuschliessen.

Die Litteratur über die Nesselorgane der Coelenteraten, welche seit ihrer Entdeckung das wissenschaftliche Interesse vielfach in Anspruch genommen haben, ist allmählig zu einer solchen Höhe angewachsen, dass es fast unmöglich ist, dieselbe lückenlos heranzuziehen. Ich begnüge mich deshalb damit, nur die mir wichtig erscheinenden Arbeiten namhaft zu machen. Sollte auch von diesen noch die eine oder andere unberücksichtigt geblieben sein, so möge das in der Reichhaltigkeit der Auswahl eine Entschuldigung finden, oder auch darin, dass die betreffenden Arbeiten mir nicht zugänglich waren.

Anatomie.

1. Litteratur.

Den Abbildungen und dem Texte nach zu urteilen, hat schon Trembley (42), der Entdecker der Süßwasserpolyphen, die Nesselkapseln an der Oberfläche der Fangarme von Hydra gesehen.

Er bemerkt in seinen *Mémoires pour l'histoire des polypes*: La surface d'un bras qui, lors qu'il est contracté, parait très chagrinée par-tout, très garnie de petits grains, change continuellement, à mesure qu'il s'étend, et plus sensiblement près de l'extrémité du bras qu'à son origine . . . Quand le bras est parvenu à un certain degré d'extension, sa surface n'est plus que parsemée de boutons, qui, continuant à s'éloigner les uns des autres au moyen de l'extension du bras, se trouvent enfin rangés à la file, et séparés par un fil transparent.

„Ces boutons se forment par la réunion de plusieurs grains.“

Es ist auch nicht unwahrscheinlich, dass Trembley bereits die Cnidocile oder haarförmigen Fortsätze bei Hydra wahrgenommen hat, denn er sagt weiter unten in seinem Werke: „Les espèces de poils, dessinés dans les Fig. 3 et 4 de la Pl. V. se remarquent dans un bras de Polype étendu, lorsqu'on l'expose à une forte lentille du microscope. Ils paraissent transparents.“

Als selbständige Gebilde wurden die Nesselorgane zuerst wohl von R. Wagner¹⁾ erkannt, obwohl Agassiz (1) diese Entdeckung Clark zuschreibt. Wagner, der die Nesselorgane (bei Actinien) bereits im Jahre 1836 aufgefunden hatte, hielt sie anfangs für Spermatozoen; drei Jahre später aber überzeugte er sich von ihrer nesselnden Wirkung und erkannte damit ihre wahre Natur. Einer eingehenden Untersuchung wurden sie kurz darauf von Erdl (17) unterworfen. Derselbe beschreibt sie (bei Actinien) als häutige mit einer wasserklaren Flüssigkeit gefüllte und daher prall gespannte Cylinder, die schon bei leisem Irritieren, bei Compression u. a. einen Faden nach aussen hervortreten lassen. Seine weiteren Angaben, dass die ausgetretenen Fäden eine schlängelnde Bewegung zeigten, dürften auf deren oft wellenförmige Krümmungen zurückzuführen sein.

Endlich konstatierte derselbe Autor das Kleben und nesselnde Brennen der betreffenden Organe. Ueber die pfeilspitzartig zusammengelegten Widerhaken in den Nesselorganen hatte Erdl jedoch die irrtümliche Ansicht, dass dieselben nach dem Herausstülpen wieder zurückgezogen werden könnten. Diesen beiden Autoren schloss sich der Zeit nach an Chorda (6), der die Nesselorgane für Tastorgane hielt.

v. Siebold fasst in seinem Lehrbuch der vgl. Anatomie unsere Organe als Nessel-, Angel- oder Giftorgane zusammen und spricht von ihrem glashellen Aussehen und ihrer häutigen Natur. Er erwähnt auch, dass der Faden zunächst im Innern aufgeknäuelte sei. Auch dass derselbe hohl ist, also eine Röhre oder ein Schlauch, hat er erkannt; ferner spricht er von der Ausstülpung wenigstens eines Teils dieses Fadens. Endlich war er der erste, welcher erkannte, dass die in Frage stehenden Organe nur einmal benutzt werden können.

Gegenbaur (18) beschreibt die Nesselorgane der Siphonophoren als cylindrische Körper, die aus einer „äusseren Zellmembran“ bestehen, „deren Form von einem dicht anliegenden blassen Bläschen wiederholt wird.“ In diesem eingekapselten Bläschen liegt nach ihm der Nesselfaden. In einer Anmerkung fügt er jedoch hinzu:

„Da man bei der geschlossenen Nesselzelle den Faden deutlich innerhalb des eingeschlossenen Bläschens liegen sieht, so entsteht mit den Verhältnissen, wie sie nach der Explosion der Zellen sich kundgeben, ein Widerspruch, der nur durch die Annahme, dass das innere Bläschen vom zusammengewickelten Faden eingestülpt werde, gelöst werden kann. Auf diese Art würde dann der Faden doch ausserhalb des Bläschens liegen.“ Man sieht hieraus, dass Gegenbaur mit seinen Beobachtungen selbst nicht recht in's Reine kommen konnte.

Grundlegend für die Anatomie und Physiologie der Nesselkapseln wurde die Arbeit von Möbius (33). Es möge mir ge-

¹⁾ Archiv für Naturgeschichte 1841. T. 1, S. 42 (über mutmassliche Nesselorgane).

stattet sein, auf die Hauptresultate der Untersuchungen dieses Gelehrten (über den Bau, Mechanismus und die Entwicklung der Nesselkapseln) etwas genauer einzugehen und daran zugleich die Resultate späterer Forscher, die sich mit denselben Organen beschäftigten, anzuschliessen.

Möbius beschreibt die Nesselkapseln als walzenförmige, eirunde oder kugelförmige Bläschen in der Haut der Polypen und Quallen, besonders reichlich vorhanden an ihren Fangarmen. Die walzenförmigen sind am proximalen Ende verjüngt, aber distalwärts halsartig ausgezogen.

Die verschiedene Brechungsfähigkeit der die Kapsel einschliessenden, sowie der von ihr eingeschlossenen Masse lassen nach Möbius die Kapselwand einschichtig erscheinen.

Im Gegensatz zu diesen Angaben von Möbius ist von den späteren Autoren Jickeli (26) der erste, der die Existenz einer doppelten Wand andeutete. Schneider (37) schildert dann später bei Hydra eine äussere und eine innere Kapselwand.

Bei dieser Gelegenheit soll auch erwähnt werden, dass Leuckart, Chun, Claus u. a. in ihren Arbeiten über die Siphonophoren einen Deckel als Bestandteil der Kapselwand erwähnen. Nach diesen Autoren sitzen die grossen Nesselkapseln der Nesselbänder dieser Tiere mit ihrer Mündung auf einem Deckel, der eben so gross wie der Entladungspol der Kapsel ist und auf seiner freien Seite kegelförmig sich zuspitzt. Derselbe springt mittelst eines Gelenkes auf der convexen Seite der etwas gebogenen Kapsel auf. Vermittelst der Kegelspitze des Deckels inseriert sich der ganze Apparat auf dem Rande der Nesselbänder. Ehe der Faden entladen werden kann, muss sich aber die Kapsel von dem Deckel abheben.

Die innere Masse der Kapsel ist nach der Ansicht von Möbius eine wasserhelle Flüssigkeit, in der die schlauchförmigen Gebilde schweben. Dieser Ansicht haben sich auch alle späteren Autoren angeschlossen.

Was die Natur dieser Kapseln betrifft, so giebt Möbius an, dass sie gegen Süsswasser, sowie gegen verschiedene Säuren sehr widerstandsfähig seien. Während er sie mit einer Sekretzelle vergleicht, lassen Chun (11) Bedot (3) und Schneider (37) dieselben aus einer Sekretmasse entstehen, und Leuckart (29) und Chun (11) äussern sich dahin, dass die Kapseln chitiniger Natur seien oder wenigstens dieser sehr nahe stehen. Alle Autoren mit Möbius sind aber darin einig, dass die Kapsel elastisch ist. Neuerdings jedoch schreibt ihr Schneider (38) bei den Siphonophoren selbständige Contractilität zu.

Der Schlauch besteht nach Möbius' Darstellung seiner Hauptsache nach aus:

- a) einer weiten geraden Röhre (dem Achsenkörper); diese geht über in
- b) eine schmale lange Röhre, die sich in der Kapsel um erstere herum lagert.

Um dem Druck der Kapsel, die elastisch ist, das Gleichgewicht zu halten, lässt Möbius auch das Lumen des eingestülpten Schlauches von Flüssigkeit erfüllt sein. Dieser Punkt ist, so weit ich sehen kann, später nie wieder hervorgehoben werden.

Der weite gerade Abschnitt (Achsenkörper) ist nach Möbius ungefähr $1\frac{1}{2}$ mal so lang und $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ mal so breit als die Kapsel. Während die erste kurze Strecke dieses Achsenkörpers völlig glatt und unbehaart erscheint, ist die übrige Strecke, wie unser Autor hervorhebt, mit drei spiralig verlaufenden Reihen starker, rechtwinklig abstehender Haare besetzt. Bei Hydra sah Möbius an dem mittleren Teile des Achsenkörpers drei Dornen (Widerhaken). Diese wurden auch von Erdl, Siebold u. a. beobachtet. Ähnlich haben die späteren Autoren diese Verhältnisse geschildert.

Möbius fand ferner, dass der Achsenkörper vor der Entladung zweimal so in sich eingestülpt ist, dass er drei in einander liegende Röhren darstellt; von diesen nimmt die äusserste etwa $\frac{2}{3}$ der Strecke von dem Hals der Kapsel bis zur Basis derselben ein, während die innerste Röhre von hier aus in die schmale eng gewundene Röhre übergeht. Diese ist ebenfalls mit 3 losen Spiralen feiner Härchen besetzt. Diese Haarreihen fanden in der Litteratur ihre erste Erwähnung durch Gegenbaur. F. E. Schulze, um das hier zu erwähnen, beschreibt keine auf dem Endfaden des Nesselschlauches von Cordylophora.

Möbius hebt auch besonders noch hervor, dass der Schlauch keine stechende Spitze besitzt, also zum Eindringen in andere Körper nicht befähigt ist. Schneider (37) nimmt dagegen an, dass der Schlauch an der Spitze offen sei. — Möbius beschreibt diesen dünnen Abschnitt des Schlauches als 14 mal so lang als die Kapsel selbst, in welcher er entweder zu einem unentwirrbaren Knäuel zusammengelegt sei oder auch in engen Windungen oder lockerer Spirale um den weiten Teil des Achsenkörpers herumgewunden. Für Hydra bestätigen die Ansichten von Möbius über die Nesselschläuche im allgemeinen Jickeli (25), Nussbaum (34) und Schneider (37), für die Siphonophoren Claus (12), Bedot (3) und Chun (8). Jedoch findet man über die 3 in einander gestülpten Röhren, welche Möbius eingehend beschreibt, bei allen diesen Autoren nichts erwähnt.

Dass die Nesselkapsel in einer Zelle eingeschlossen ist, hat zuerst Leydig (32) erkannt. Seine Beobachtungen wurden von Claus (12), Möbius (33), F. E. Schulze (39), Allman (2), Kleinenberg, sowie den späteren Autoren bestätigt. Die einfachste Art dieser Zellen ist stielloß, wie verschiedene Autoren hervorheben. Diese Art findet sich nach ihnen besonders häufig in den Nesselbändern und Körperflächen der Siphonophoren. Das Protoplasma mit dem zugehörigen Kern wurde bei den Kapseln in Nesselbändern zuerst von Chun (11) nachgewiesen.

Möbius und Kleinenberg (29) haben Ausläufer der Nesselzellen gezeichnet, ja Möbius beobachtete sogar, „dass die Zell-

masse amöbenartig ihre Form veränderte, während er sie zeichnete.“ Kleinenberg hielt diese Gebilde für Fetzen der herausgerissenen Nesselzelle. Wirkliche Fortsätze der Nesselzelle wurden zuerst erkannt von F. E. Schulze. Dieser fand sie in Gestalt von Ausläufern an der Basis der Nesselzelle, nach unten hin sich verjüngend, um dann am anderen Ende wieder ein wenig anzuschwellen.

Eine bestimmte Ansicht über die Natur dieser Gebilde äusserten jedoch erst die Gebrüder Hertwig (24). Sie hielten sie bei den Medusen für Nervenausläufer. Bewogen durch die Insertion dieser Ausläufer auf der subepithelen Stützlamelle hielten Claus (13) und dann Hamann (23) die fraglichen Gebilde für stielartige Stützfasern. Später erklärte sie Claus dann für muskulös. Andere Autoren haben wieder hervorgehoben, dass diese Stiele mit den subepithelen Muskelorganen zusammenhängen. Vielleicht wurden sie hierzu dadurch veranlasst, dass bei verschiedenen Gruppen von Tieren diese Gebilde sich verschieden tief inserieren.

Die oben erwähnten Ansichten über die Natur unserer Gebilde wurden jedoch allmählich durch eine andere verdrängt. Claus hatte schon, wie oben erwähnt, die Stiele für muskulös erklärt. Auch Chun (7) hielt sie für homolog mit den Ausläufern der Klebzellen der Ctenophoren, die er als Spiralmuskeln nachgewiesen hatte. In dieser Ansicht wurde er noch bestärkt, als er an den Stielen (Fortsätzen) und Kapselummüllungen der grossen und kleinen Nesselzellen bei *Physalia* derbe Querstreifungen auffand, welche er auf quergestreifte Muskeln zurückführen zu müssen glaubte. Diese Ansicht fand allgemeinen Beifall. Jickeli (26) wies dann auch noch bei Hydroiden verkürzte Nesselzellenausläufer nach und ausserdem noch wellenförmig zusammengezogene. Eine weitere Bestätigung von Chun's Entdeckung von Querstreifen fand endlich Bedot (4) in den Stielen der Nesselzellen von *Velella*. Korotneff (27), der die Nesselzelle als eine Muskelzelle in Anspruch nahm, bezweifelte jedoch die Chun'schen Auffassungen eines quergestreiften Muskels, da nach seiner Ansicht die Ausläufer einer Muskelzelle nie quergestreift seien.

Was den Kern der Nesselzellen betrifft, so lassen sich unsere Autoren durchweg nur darauf ein, über seine Lage in der Zelle und sein Aussehen zu berichten. Man findet ihn gewöhnlich unter der Basis oder an der Seite der Nesselkapsel.

Ein anderer wichtiger Bestandteil der Nesselzelle, die haar- oder stiftförmigen Erhebungen sind schon von Trembley (42), Ehrenberg (15), Leydig (33) u. a. gesehen worden, doch war es das Verdienst F. E. Schulze's (39) die Zugehörigkeit dieser Gebilde zu der Nesselzelle zu erkennen. Nach ihm ragen dieselben vom Plasma der Nesselzelle etwas seitlich von dem Entladungspol der Kapsel hervor, durchbohren die darüber liegende Epithelzelle und gelangen so nach aussen. Eine mehr komplizierte Form, bei der das Cnidocil selbst in einem röhrigen Fortsatz des Zellplasma enthalten ist, fand Jickeli (25) später bei einer ein-

gehenden Untersuchung von Hydra. Durch diese Röhre gelangt das basale Ende des Cnidocils bis beinahe auf die Kapselwand. Besonders lange hakenförmige Cnidocile fand Chun bei manchen Monophyiden. Nach seinen Angaben fehlen die Cnidocile aber allemal, wenn die Nesselzellen stiellos sind.

Bevor man die Natur der Nesselzelle kannte, suchte man die Ursache der Ausstülpung des Schlauches in dem besser bekannten Teile des Nesselapparates, der Nesselkapsel selbst. Mehrere Autoren nahmen zur Entladung der Nesselkapseln inneren Druck an, indem sie eine physikalische Veränderung der in der Kapsel enthaltenen Flüssigkeit nachzuweisen suchten. Andere schrieben die Entladung einem Drucke der die Kapsel umgebenden Gewebe zu.

Möbius (31), F. E. Schulze (39) und später Nussbaum (34) sahen die Elasticität der im Wachstum gespannt gewordenen Kapsel als die Hauptursache der Entladung an. Zufälliges Entladen, glaubte Möbius, werde durch die Härchen auf dem Schlauche verhindert. Er vergass aber wohl dabei, dass nicht alle Schläuche mit diesen Haaren versehen sind. Die drei zuletzt genannten Autoren waren aber von der Notwendigkeit irgend eines Anstosses oder Druckes überzeugt. Diesen Anstoss glaubte Möbius in der Kontraktion der umgebenden Zellen gefunden zu haben. Schulze lässt ihn von aussen durch das Cnidocil übermitteln, während Nussbaum ihn durch die muskulöse Kapselhülle auf die Kapsel selbst übertragen lässt.

Bei den Nesselkapseln der Nesselbänder von Siphonophoren, wo Schneider (38) keine Plasmaumhüllung nachweisen konnte, obgleich schon vor ihm Chun eine solche für Monophyiden (11) nachgewiesen, nahm er dann an, dass die Kapsel selbst kontraktile sein müsse.

Bis zu der Zeit, wo Schulze den Nachweis der Zugehörigkeit des Cnidocils zu den Nesselzellen lieferte, wurde allgemein eine Massenentladung der Nesselkapseln angenommen. Schulze (39) überzeugte sich jedoch, dass die Entladung immer eine locale sei und gründete darauf die Ansicht, dass der erste Anstoss von einem Druck auf das Härchen (Cnidocil) ausgehen müsse (mechanische Erklärung). Im Gegensatz zu Schulze stimmen viele der späteren Autoren mit Jickeli (28), Chun (8), Nussbaum (34), Schneider (37) überein, und schreiben dem Cnidocil die Uebertragung des Reizes auf das kontraktile Plasma der Kapselhülle zu (physiologische Erklärung). Neben dieser Funktion glaubte Chun (11) den von ihm bei Monophyiden gefundenen, stark krummen Cnidocilen noch eine ankernde Funktion zum Festhalten der Beute beilegen zu sollen.

Sobald die muskulöse Natur der Stiele und Kapselhülle einigermaßen sicher gestellt war, nahm man bald allgemein an, dass die Nesselzellen bei der Entladung das Hauptmoment abgeben. Die Hauptvertreter dieser Ansicht waren Claus,

Jickeli, Bedot, Schneider (dieser jedoch nahm die Kapseln der Nesselbänder hiervon aus) und Chun. Als Beispiel, wie man sich die Entladung dachte, lasse ich hier Chun's Auffassung folgen. In erster Linie kommen hierbei die kontraktile Fasern der Kapselumhüllung in Betracht mit ihrem Druck auf die Kapsel. Dann ziehen die Stiele durch ihre Kontraktion die Nesselkapseln gegen die unterliegenden Gewebe und vergrössern so den Druck auf die Kapsel.

Chun (7) beobachtete bei *Physalia* subepitheliale Ganglien und glaubte, sie ständen in Beziehung zu einer Massenentladung der Nesselkapseln. Später haben namentlich Jickeli (25) und Schneider (37) und noch später wieder Chun (11) es, wenn nicht sicher gestellt, so doch wenigstens sehr wahrscheinlich gemacht, dass ein koordinierendes Nervensystem von Ganglien und Fasern zu einer effektvollen Massenentladung der Kapseln bei Hydroiden in Beziehung stehe.

Darüber, wie der Nesselapparat (Kapsel und Faden) funktioniert, haben wir ziemlich verschiedene Meinungen. Nach der Angabe bei Möbius glaubten einige Autoren an eine Einbohrung des Fadens (Schlauches), welche Ansicht aber von anderen widerlegt wurde.

Erdl (17), v. Siebold (Vergl. Anatomie 1848), Möbius (33) und neuerdings Nussbaum (34), Schneider (37), Chun (9) lassen den Schlauch dem Beuteobjekt durch Kleben sich anheften. Dies wird, nach Möbius, noch begünstigt durch die grosse Reibungsfläche, welche durch die Härchen gebildet wird. Jickeli (25) lässt das Beutetier bespickt erscheinen, und mit Nussbaum (34) und Chun (9) lässt er das Sekret der Kapsel durch Zerreißen der Spitze des Fadens nach aussen treten, während es bei Schneider (37) durch eine Oeffnung am Ende des Schlauches sich ergiesst.

Was die Verwendung der Kapseln in dem Haushalte dieser Tiere betrifft, so stimmen alle Autoren, so weit ich ihre Arbeiten einsehen konnte, darin überein, dass dieselben zum Beuteerwerb und zur Verteidigung dienen. Möbius und einige andere wollen noch, dass diese Kapseln in ihrer Funktion als Kleb- und Haftorgane den Polypen als Lokomotionsmittel dienen. Bei der Fortbewegung dieser Tiere werden dann die Kapseln durch den klebenden Schlauch herausgezogen.

Derselbe Autor berichtet, dass die Actinien aus den verbrauchten Nesselkapseln sich eine Körperumhüllung bilden. Früher war auch die Ansicht verbreitet, dass die zahllosen mit der Beute verschluckten Nesselkapseln die Verdauung beförderten.

2. Eigene Beobachtungen.

Nachdem ich in dem vorhergehenden Kapitel versucht habe, einen historischen Ueberblick über die Arbeiten zu geben, welche die Nesselorgane zum Gegenstand hatten, sowie über die Resultate der Untersuchungen der verschiedenen Autoren auf diesem Gebiete, schliesse ich nunmehr meine eigenen Beobachtungen über die in

Frage stehenden Organe an. Dieselben beziehen sich in der Hauptsache auf die grösseren Formen der Nesselorgane. Abgesehen davon, dass bei diesen die Verhältnisse des Baues leichter zu erkennen sind, scheinen die kleineren Formen auch nicht wesentlich von ihnen verschieden zu sein, so dass sie ohne Schaden unberücksichtigt bleiben und von der Betrachtung ausgeschlossen werden dürfen.

Um zunächst in meiner Schilderung mit der Kapsel anzufangen, so kann ich die Behauptungen Gegenbaur's, Jickeli's und Schneider's von einer doppelwandigen Kapsel nur bestätigen. Es lässt sich bei allen von mir untersuchten Kapseln ein inneres zartes Bläschen konstatieren, welches sich beinahe untrennbar dem äusseren dickeren anlegt. Das letztere besitzt an einem Pol, dem Entladungspol, eine Öffnung oder Mündung. Der Schlauch setzt sich an das innere Bläschen gerade unter der Mündung des äusseren so an, dass es sich von dem letzteren ein wenig abhebt und damit eine günstige Stelle bietet, einen Teil des inneren Bläschens zu Gesicht zu bekommen.

Eine weit kräftigere Bestätigung dafür, dass wirklich zwei Bläschen vorhanden sind, dürfte aus dem verschiedenen Ursprung derselben, wie später bei Gelegenheit der Entwicklungsgeschichte gezeigt werden wird, abzuleiten sein.

Der Form nach unterschied schon Möbius, a) walzenförmige (cylindrische), b) eirunde und c) kugelrunde Kapseln. Unter eine von diesen drei Kategorien konnte auch ich alle von mir beobachteten Nesselkapseln bringen. Doch scheint mir das Charakteristische nicht so sehr in der Form der Kapsel, als in dem Bau des Schlauches zu liegen.

Es laufen nämlich ganz allgemein den erwähnten 3 Kapselformen auch 3 verschiedene Nesselschlaucharten parallel. Die einfachste Form dieser Schläuche findet sich in den kugelrunden Kapseln (Fig. 5. A, B, C.); sie kommt aber auch in den kleinen cylindrischen Kapseln der Nesselknöpfe der Siphonophoren vor. Der Schlauch setzt sich hier (als Beispiel dient der Nesselschlauch von *Physalia*, Fig. 5. A, B, C.), direkt an das innere Bläschen an und ist von hier aus bis ans Ende allmählig verjüngt. Unter starker Vergrösserung sieht man, dass sein gewundenes Aussehen sich auf 3 spiralig verlaufende Erhebungen, die mit feinen Härchen besetzt sind, zurückführen lässt. Nur in der letzten kurzen Strecke unmittelbar vor der Kapsel ist der Schlauch um etwa Härchenlänge frei von Haaren.

Die etwas komplizierte zweite Art der Schläuche kommt vor bei den ovalen Kapseln von (Fig. 3, 4, 6) *Hydra*, *Veella* und manchen Siphonophoren¹⁾. Der Schlauch besteht hier aus 3 Ab-

¹⁾ Sogar in den ovalen Nesselkapseln von *Microstomum* sp.? habe ich diese Schläuche beobachtet. Von ihrer Grösse abgesehen, konnte man sie von denen der *Hydra* nicht unterscheiden.

schnitten, a) einem Basalabschnitt (Fig. 7b.) mit weitem Lumen, b) einem konischen Zwischenstück (co) und c) einem geisselförmigen Endabschnitt (S).

Der Basalabschnitt ist etwa $\frac{3}{4}$ so lang wie die Kapsel und an seiner Basis etwas dünner als die Mündung der äusseren Kapselwand, aus der er hervorragt. Von hier aus verjüngt er sich bis auf das konische Zwischenstück. Da, wo Basalabschnitt und Zwischenstück zusammenkommen, stehen 3 kräftige Widerhaken (Fig. 7w.) von beinahe derselben Länge wie der Basalabschnitt. Das Zwischenstück ist immer mit kleinen Spitzen oder Dornen besetzt, welche nach dem Endabschnitt zu an Grösse abnehmen.

Der geisselförmige Endabschnitt dürfte dem Schlauch einfachster Art (a) entsprechen. Er ist jedoch zarter und nicht immer von den spiralig verlaufenden Erhebungen besetzt.

Ebensowenig wie es Schulze bei Chordylophora, ist es mir bei Hydra gelungen, dieselben nachzuweisen.

Die dritte, komplizierteste Art des Nesselschlauches findet sich besonders gut bei den Siphonophoren ausgebildet. Die zugehörige Kapsel ist lang cylindrisch (Fig. I. A, B. u. II.) oder spindelförmig. Man kann auch hier wieder die drei Schlauchabschnitte wie bei der zweiten Art deutlich unterscheiden. Der Basalabschnitt aber ist hier verhältnissmässig schlanker, nimmt aber auch hier etwa $\frac{3}{4}$ der Länge der Kapsel ein.

Die halbe Länge dieses Abschnitts ist kahl (Fig. 2, B.), der übrige Teil bis an das Zwischenstück dagegen dicht mit langen Dornen besetzt. Im Gegensatz zu Möbius finde ich aber, dass diese Dornen rechtwinklig oder schräg nach hinten (d. h. der Kapsel) zu von der Röhre abstehen (Fig. 2. W). Die Dornen sind nie länger als die kahle Strecke des Basalabschnittes. Das konische Zwischenstück ist auch oft mit Härchen besetzt. Es ist im Wesentlichen von dem der oben beschriebenen zweiten Art der Nesselschläuche wenig verschieden. Der dünne Endabschnitt weicht ebenfalls nicht in seiner Form von dem der zweiten Art ab, abgesehen davon, dass er nicht ganz so dünn und immer mit den spiralig verlaufenden Erhebungen besetzt ist, die allerdings nach der Spitze zu sehr schwer zu sehen sind. Im Gegensatz zu Schneider muss ich noch betonen, dass ich in keinem Falle an der Spitze des Schlauches eine Öffnung nachweisen konnte. Ich finde den Schlauch vollkommen abgeschlossen.

Was nun die Verhältnisse des Schlauches im eingestülpten Zustande (wie er normal in der Kapsel liegt) betrifft, so konnte ich die Schilderungen von Möbius hierüber mit meinen Beobachtungen nicht in Einklang bringen¹⁾. Es ist jedoch möglich, dass diese

¹⁾ Abgesehen davon, dass (wie später gezeigt wird) der Endabschnitt des Schlauches in dem Zwischenstück liegt und dieses wiederum in dem unteren Ende des Basalabschnittes steckt.

Verhältnisse bei den Actinien andere sind. Da, wo der Basalabschnitt (Achsenkörper) länger ist als die Kapsel, mag seine Ansicht immerhin Geltung haben.

Eine dreifach in einander liegende Röhre finde ich nur, wenn der Schlauch schon teilweise ausgestülpt ist (Fig. 4a), also dann, wenn das konische Zwischenstück schon gegen die Mündung der Kapsel hinaufrückte, und den geisselförmigen Endabschnitt nach sich gezogen hat. Im normalen Zustande aber ist der Basalabschnitt seiner ganzen Länge nach in die Kapsel zurückgestülpt. (Fig. 1 u. 3). Im andern Falle müssten ja auch die Dornen oder Widerhaken schon zur Kapsel herausragen. Diese ragen aber überall von der bedornten Hälfte resp. von der Basis des konischen Zwischenstückes ab nach oben in das Lumen des eingestülpten Basalabschnittes hinein und legen sich zu einer Spitze (Dolch bei Nussbaum) zusammen (Fig. 1. A. B).

Dass diese Spitze (Dolch) bei den unentladenen Nesselkapseln der grossen Siphonophoren die Länge der ganzen Kapseln hat, rührt nicht etwa daher, dass die Dornen hier dieselbe Länge wie die Kapsel haben, denn sie sind in Wirklichkeit nur etwa halb so lang, sondern daher, dass sie sich zu einer grösseren Spitze zusammen gelegt haben, wie man sich leicht bei der künstlichen Ausstülpung überzeugen kann. Unter dieser Spitze (Dolch) oder den zusammengelegten Dornen sitzt nun das konische Zwischenstück (Fig. 1. A. B. 3. ev.) in dem unteren Teile der Kapsel, mit seiner Spitze nach dem Entladungspol gerichtet, genau wie nach der Ausstülpung. Das konische Zwischenstück ist nicht eingestülpt. In dasselbe ist nun aber der dünne Endabschnitt des Schlauches nach unten in das Innere der Kapsel eingestülpt, wo er sich in Längsschlingen und in Querwindungen um den Basalteil herumlegt (Fig. 1. A. B), bei ovalen und runden Kapseln hauptsächlich in Querwindungen (Fig. 5).

Bei den kugeligen Kapseln, wo kein weiterer Basalabschnitt vorhanden ist, ist der ganze Schlauch in die Kapsel eingestülpt; er geht direkt von der Mündung oben in Spiraltouren an den Seiten der Kapsel entlang nach dem Boden zu. Das abweichende Verhalten des Schlauches bei der Einstülpung lässt sich wohl auf das Fehlen des Basalabschnittes und Zwischenstückes zurückführen.

Ich werde jedoch auf diese Verhältnisse später bei der Entwicklungsgeschichte zurückkommen und wende mich jetzt zur Besprechung der Nesselzelle. Zu dem, was darüber in dem historischen Ueberblick bereits gesagt wurde und als gesichert erschien, habe ich im allgemeinen wenig hinzuzufügen.

Den Zellkern konnte ich immer in einer mehr oder weniger reduzierten Masse von Protoplasma nachweisen. Stiellose, einfache Nesselzellen habe ich bei *Veella* und namentlich auch in den Nesselbändern der Siphonophoren beobachtet. Alles, was

darüber von früheren Autoren angeführt wurde, kann ich bestätigen.

Nur betreffs der gestielten Nesselzellen habe ich einige ergänzende Bemerkungen zu machen. Seit Chun's Arbeit über die Nesselorgane hat man wohl allgemein angenommen, dass die Querstreifungen an den Stielen bei *Physalia* auf quergestreifte Muskeln zurückzuführen seien. Dem glaube ich widersprechen zu müssen. Ich fand nämlich bei den kleinen Stielen von *Physalia* bei genauem Einstellen auf diese sogenannten Querstreifungen, dass dieselben unter dem Mikroskop sich scheinbar hin und her bewegten, genau so, wie man es bei Einstellung auf verschiedene Ebenen einer horizontal liegenden Spirale sehen würde. In den aus maceriertem Material von mir hergestellten Klopfrpräparaten bemerkte ich nun, dass dort, wo die Hülle der Stiele etwas zersetzt war, kurze Strecken einer feinen Spirale sich zeigten. Fig. 5 A stellt diese Spirale dar nach einem Macerationspräparat. Sie erscheint hier etwas lockerer als im normalen Zustande, wo sie eng und fest gewunden ist.

Bei den grossen Nesselorganen von *Physalia* ist das Verhältnis insofern ein anderes, als der kurze dicke Stiel eher eine granulöse Masse Protoplasma darstellt, in der ähnliche spiralige Gebilde vorkommen, die aber verhältnismässig sehr klein sind und den Nachweis erschweren. Sie sind blos auf der Peripherie des Stieles zu sehen und scheinen sich um das untere runde Basalende desselben herum zu legen. Bei hoher Einstellung geben dann die vielen parallel laufenden Spiralgebilde auf der Oberfläche des Stieles den Anschein eines grossen quergestreiften Muskels. Stellt man aber auf die Mitte des Stieles ein, so sieht man blos noch an den Rändern diese Erscheinung. Hier ist auch die Kapsel von dicht gedrängten, meridional verlaufenden Fasern umstrickt (Fig. 5 D), die nach unten in die Spiralfasern der Stiele überzugehen scheinen (Fig. 5. B). Diese Fasern sind eigentümlich geknickt (Fig. 5) oder wellig gebogen, lassen aber Nichts von einer wirklichen Querstreifung erkennen.

Ähnliche spiralförmige Gebilde fand ich auch in den Nesselzellen bei *Velella* (Fig. 3. A. B.), wo seiner Zeit Bedot ebenfalls quergestreifte Muskeln gefunden zu haben glaubte.

Die Gebilde befinden sich hier in der Anhäufung des Protoplasma, das die Kapselumhüllung bildet; in einigen Fällen ragten sie auch eine kurze Strecke in den Stiel hinein.

Eine Verbindung dieser spiraligen Gebilde mit dem von Bedot im unteren Teile der Stiele gefundenen Faden konnte ich jedoch nicht nachweisen. Sie erschienen mir als feine Stäbchen (Fig. 3. B.), die eine enge Zickzackreihe bilden, so dass sie sich fast zu berühren scheinen. Bei Einstellung auf diese Reihen glaubt man zu beobachten, dass sie sich hin und her bewegen, ganz wie das bei *Physalia* beschrieben wurde. Diese Erscheinung lässt sich aber

auch hier wieder auf eine feine Spirale zurückführen (Fig. 7. A. B. C.). Meine Beobachtungen wurden an Klopffpräparaten gemacht. Fig. 7. A. B. C. stellen Präparate dar, bei denen der Stiel so zerriss, dass die darunter liegende Spirale bloss gelegt wurde¹⁾.

Diese Spiralen sind aber so fein, und der Stiel an der betreffenden Stelle so dick, dass ich, gestützt auf Einzelfälle, in denen ich neben einander liegende Querstreifungen beobachtete, auch hier das Vorhandensein von mehreren Spiralen, ähnlich wie in den grossen Stielen der Physalia, vermute.

Ich halte hiernach den Schluss für gerechtfertigt, dass die Querstreifungen in den Stielen der Nesselorgane von Physalia und Velella nicht auf einer Querstreifung von Fasern beruhen, sondern auf Spiralgebilde zurückzuführen sind.

Wenn nun übrigens einige Autoren daraus, dass sie die Stiele (Ausläufer, Fortsätze) der Nesselkapseln bis auf die Stützlamelle hinziehen, ja sogar an diese sich inserieren lassen, den Schluss ziehen, dass denselben eine muskulöse Natur nicht zukomme, so liegt dazu nach meiner Ansicht kein genügender Grund vor. Ebenso wenig ändert der Nachweis von der spiraligen Natur der vermeintlichen Querstreifungen, den ich beigebracht zu haben glaube, etwas an der Auffassung der muskulösen Natur des betreffenden Gebildes die auch ich aufrecht halte. Nach meinem Dafürhalten wird diese aber jetzt auf eine rationellere Basis gestellt.

Denn wenn es auch nicht befremdet, in den Hauptteilen des Körpers der Cnidarier quergestreifte Muskeln zu finden, so möchte man doch wohl eher geneigt sein, in den einzelligen Nesselorganen statt der quergestreiften Muskeln glatte kontraktile Fasern, wenn auch vielleicht hoch differenzierte oder gar spiralig zusammengelegte, anzunehmen.

Gestützt wird diese Ansicht auch noch durch die spiraligen Ausläufer der Klebzellen bei den Ctenophoren, die von Chun (7) als Muskeln nachgewiesen sind und mit den als muskulös aufgefassten Ausläufern der Cnidarier in eine Reihe gestellt werden. Für diese Homologie wäre der Nachweis einer spiraligen Bildung statt einer Querstreifung erst recht bedeutend. Jickeli hat ebenfalls wellenförmige Verkürzungen nachgewiesen, die er mit den zusammengezogenen Stielen der Vorticellen verglich.

Schliesslich hat Leuckart²⁾ schon im Jahre 1853 zickzack-artige Kontraktionen der glatten Fasern in den Stämmen mancher Siphonophoren gesehen. Wahrscheinlich liegt hier eine ähnliche Kontraktion vor, wie wir sie schon seit lange in den Stielen der Vorticellen kennen.

¹⁾ Die Figuren sind mit der Camera gezeichnet ohne nachherige Verbesserung.

²⁾ Litt. 31.

Wo die Fasern sich zickzackförmig zusammenziehen, wird die Vorstellung insofern anders, als man wohl annehmen muss, dass die kontraktile Substanz in kurzen Abschnitten mit nicht kontraktile Stützpunkten oder Anhaltspunkten abwechselt. Eine noch höhere Differenzierung würden dann auch die Fasern der Kapselumhüllung von Physalia zeigen.

In beiden Fällen handelt es sich nicht so sehr um eine vorteilhaftere Kontraktion, als vielmehr darum, nachzuweisen, dass die spiraligen Muskeln, als den ursprünglicheren, der Vorzug gebührt vor den quergestreiften.

Betreffs der Entladung der Nesselkapseln schliesse ich mich der von Chun u. a. vertretenen Ansicht über Entladung durch Muskeldruck an, wie dieses für die höheren Nesseltiere nachgewiesen ist.

Über die Wirkungsweise des Schlauches herrschten bis dahin zwei Ansichten. Einmal nahm man an, dass der Schlauch sich in fremde Objekte einbohre, das andere Mal, dass er sich infolge seiner klebrigen Natur denselben bloss anhefte. In beiden Fällen setzte man voraus, dass das giftig wirkende Sekret ausschliesslich in der Kapsel enthalten sei und aus derselben entweder durch eine natürliche Öffnung oder durch eine künstliche nach aussen gelange. Mir scheint es nun wahrscheinlicher anzunehmen, dass das in dem eingestülpten Schlauchlumen enthaltene Sekret, welches beim Ausstülpen nach aussen kommt, sowohl klebrige wie auch giftige Eigenschaften hat, das in der Kapsel enthaltene Sekret dagegen weder giftig noch klebrig ist, sondern nur dazu dient, hydrostatisch zu wirken. Für diese Auffassung dürfte auch der Umstand sprechen, dass erstens keine Einrichtung zur Ergiessung des Sekrets an der Spitze des Schlauches zu konstatieren ist, und zweitens ganz entladene Schläuche noch sehr oft ein völlig intaktes Aussehen besitzen.

Nach dem, was ich im Vorstehenden zu schildern suchte, können wir uns nunmehr von den Nesselorganen der Polypen etwa folgendes Bild machen.

Sie sind einzellige Organe mit offensiver und defensiver Funktion. Jedes Organ besteht aus drei Teilen

- a) einem Gebilde, das die Aktion eines giftigwirkenden Sekrets befördert;
- b) einem Muskel, der diese Waffe in Thätigkeit setzt, und
- c) einem den Muskel übertragenden (vielleicht auch selbst Druck ausübenden) Sinneshärcchen, zu welchem sich tiefer in den Geweben vielleicht noch koordinierende (nervöse) Elemente gesellen.

Entwicklung.

1. Geschichtlicher Ueberblick.

Leuckart (31) war wohl der erste, der in der Entwicklung begriffene Nesselkapseln beobachtete. Er sagt: „Die Bildung der Angelorgane geschieht bereits sehr früh. — Die ersten Rudimente derselben . . . sind helle aber gleich anfangs ziemlich scharf begrenzte Körner (die kleinen?) oder Stäbchen, die durch fortdauerndes Wachstum allmählich ihre spätere Grösse und Bildung annehmen“. Etwas später hat Leydig (32) und dann Schulze (39) ihre Entstehung in Zellen behauptet. Auch Pagenstecher (35) schildert kurz die Entwicklung der Kapseln in gewissen Mutterzellen, sagt aber nichts von der Entwicklung des Schlauches.

Bis auf Moebius' Schrift, die im Jahre 1866 erschien, beziehen sich die Angaben über Entwicklung der Nesselorgane hauptsächlich auf die Entstehung der Kapseln im Innern von Zellen, aber das Aussehen der sich entwickelnden Kapseln selbst giebt nur Leuckart genauer an.

Die Beobachtungen von Moebius (33) die im übrigen auch recht kurz gefasst sind, wurden fast 20 Jahre hindurch nicht wesentlich ergänzt. Moebius bemerkt: „Was über die Entwicklung der Nesselkapseln geschrieben ist, bezieht sich hauptsächlich auf spätere Entwicklungsstadien derselben.“ Er selbst lässt die Kapseln aus Subepithelzellen „von Kugel- oder Eiform“ entstehen, „welche aus einer körnigen Flüssigkeit bestehen, in der einer oder mehrere Körner durch bedeutendere Grösse hervorstechen“. Weiter unten erwähnt Möbius auch amöbenartige Gestaltveränderungen dieser Zellen. Den Kern hat er nicht speziell erwähnt.

Dass auch Allman (2) den Kern nicht mit der Kapselentwicklung in Beziehung brachte, ja vielleicht gar nicht erkannte, geht aus seiner Zeichnung und Beschreibung hervor. Er sagt: „A portion of certain ectodermal generating cells becomes differentiated as a spherical or oval mass which may be seen to occupy a vacuole . . . and in which one or more nuclei are usually apparent. This little mass is to become developed into the thread cell“.

F. E. Schulze (40) hat dann später im Gegensatz zu Eimer (16) besonders hervorgehoben, dass die Nesselkapsel sich nicht aus dem Kern ihrer Zelle, sondern neben diesem im Protoplasma bildet, weil noch nach der Entwicklung ein Kern vorhanden sei.

Nach dem Vorgang von Kleinenberg (29) nennt man nun ganz allgemein bei Hydroiden die Subepithelzellen, die unter dem Ectoderm liegen, Interstitiellzellen. Auch Hamann (23) hebt diese als Bildnerinnen der Nesselkapseln hervor und schliesst aus der Anwesenheit des Kernes neben der Kapsel, dass sich die Kapsel bloss aus dem Plasma gebildet habe.

Dass die Interstitiellzellen auf den Tentakeln von Hydra fehlen und daher auch Entwicklungsstadien der Nesselkapseln dort nicht

vorhanden sind, hat Nussbaum (34) besonders betont. Es entsteht nach demselben in jeder Nesselzelle nur einmal eine Kapsel. Auch die späteren Autoren lassen sämtlich die Nesselapparate in Interstitiellzellen oder aus diesen gleichwertigen Zellen entstehen.

Ueber die Teilung dieser Zellen haben namentlich Nussbaum (34) und Schneider (37) Beobachtungen gemacht. Beide halten die am gewöhnlichsten vorkommende Teilung für eine mitotische, jedoch beziehen sich Nussbaum's Zeichnungen dieser Mitose auf das Ovarium. Er vermutet aber auch das Vorkommen von amitotischer Teilung.

Die ersten definitiven Angaben über die Entstehung der Kapsel in einer Zelle hat Möbius gemacht. Er sagt: „Die ersten Spuren der Nesselkapsel sind Verdichtungen in Form einer Krümmung, welche der äusseren Grenze der Zelle parallel läuft.“ . . . „Diese wird die konkave Seite der Nesselkapsel. Während ihrer Entwicklung liegt die Kapsel gebogen mit ihren beiden Enden einander genähert, streckt sich aber mit Abschluss ihrer Entwicklung in ihrer nachgiebigen Zellenmasse.“ Möbius beobachtete ferner amöbenartige Gestaltsveränderungen der Zelle.

Die Entwicklung des Schlauches verlegte Möbius in das Innere der Kapsel. Den Achsenkörper konnte er zuerst sehen, dann den gewundenen Abschnitt. Obgleich diese Beobachtungen über die Entwicklung an einer Actinie gemacht wurden, fand Möbius dieselben für Hydra bestätigt, abgesehen davon, dass bei dieser die Kapseln von Anfang an oval waren.

Allman (2) lässt die Kapsel aus einer Masse (Plasma), die in einer Vacuole in der Nesselzelle liegt, entstehen. Von einem Kern sagt er nichts.

Eimer (16) hat spindelförmige Nesselbildungszellen mit konzentrischen Streifungen im Innern eines Schwammes gesehen, die er als schifförmig beschreibt. Ich erwähne dieses hier, obgleich wir später sehen werden, dass seine Beobachtung sich auf Schlauchentwicklung bezog, was er aber nicht erkannte.

Die Gebrüder Hertwig (24) beobachteten im Nesselwulst von *Carmarina hastata* Nesselbildungszellen, die eigentümlich in Lamellen geschichtet waren. Auch diese Erscheinung lässt sich auf den sich entwickelnden Schlauch zurückführen, was jedoch von den genannten Autoren nicht richtig erkannt wurde.

Alle, die bis dahin über Entwicklung von Kapsel und Schlauch sich ausgesprochen haben, betonten eine intrakapsuläre Entwicklung des Schlauches. Jickeli (25) dagegen machte völlig abweichende Beobachtungen. Ueber die Entwicklung der Kapsel bringt er nichts Neues, für den Schlauch aber konnte er eine wenigstens teilweise Entwicklung ausserhalb der Kapsel nachweisen. Natürlich musste er nun eine nachträgliche Einstülpung annehmen, wie er solche denn auch beobachten, aber nicht erklären konnte. Diese Befunde stellte er dann den Beobachtungen Bütschli's (5) über die Schläuche der Polkörperchen (Nesselkapseln) von *Psorospermien* an die Seite.

Eine Bestätigung fanden die Beobachtungen Jickeli's über extrakapsuläre Schlauchentwicklung durch Nussbaum (34), der in einer eingehenden Arbeit über Hydra die Resultate seiner Untersuchungen niederlegte. Die Kapsel lässt auch er aus einem Bläschen (in der Zelle?) entstehen. Seine Ansichten über Entwicklung von Kapsel und Schlauch fasst er zusammen in den Worten: „Es (das Bläschen) streckt sich, spitzt sich vorn zu und verlängert sich an diesem Pol zu einer Röhre, die in vielen Windungen um die übrigen Teile des Bläschens herum geschlungen oder nach vorn zu einem Convolut zusammengedreht daliegt.“ Er bemerkt, dass allgemein der in der Entwicklung begriffene Schlauch gegen die Stützlamelle gerichtet ist, und will die Einstülpung des Schlauches in die Kapsel so bewerkstelligt wissen, dass diese von den darüber liegenden Geweben gegen die Stützlamelle gedrückt wird.

Unser Autor ist auch der erste, welcher bemerkt, dass die Kapsel nach abgeschlossener Entwicklung sich in der Zelle um 180° drehe.

Der nächste Autor, der spezielle Angaben über die Entwicklung unserer Organe macht, ist Bedot (4).

Derselbe lässt einen Protoplasmazapfen (Nematoblast) an beliebiger Stelle in eine Vacuole in der Nesselbildungszelle hinein wachsen. Der Raum zwischen dem Zapfen und der Vacuole wird von einer hellen Masse erfüllt, die später der Kapsel den Ursprung giebt. Durch Einwucherung eines Kanals durch den Hals hindurch in den Plasmazapfen entsteht der Schlauch, also wieder im Innern der Kapsel.

Die Entstehung der Widerhaken des Schlauches glaubte Bedot aus kugeligen Gebilden in der Kapsel beobachtet zu haben.

Zoja (44) schliesst sich betreffs der extrakapsulären Entwicklung des Schlauches an Jickeli und Nussbaum an.

Dagegen behauptet Chun (11) in seiner neuen Monographie über die Siphonophoren immer noch eine Entwicklung des Schlauches innerhalb der Kapsel. Trotzdem aber stimmt er nicht etwa mit Bedot oder Schneider überein, die nur den Schlauch aus dem Plasmazapfen in der Vacuole entstehen lassen, sondern er glaubt, beide, Kapsel und Schlauch, aus diesem Cnidoblasten, wie er auch genannt worden ist, entstehen lassen zu müssen.

Chun bildet auch im Text ovale Zellen mit konzentrischen Streifungen, wie sie früher schon gesehen wurden, ab und hält diese für konzentrische Verdickungsstreifen in der Wandung der Nesselzelle. Die Entladungsöffnung der Kapsel verlegt er in das Ende des Cnidoblasten gegenüber seiner Verbindungsstelle mit dem Plasma der Zelle, wahrscheinlich, weil er die Umdrehung der Kapsel in der Zelle nicht beobachtet hatte. Die mannigfaltigen Formen der Nesselbildungszellen in den basalen Nesselpolstern der Fresspolypen der Siphonophoren sind nach seiner Ansicht in der Entwicklung stehen gebliebene Nesselzellen und somit ungünstige Untersuchungsobjekte.

Während Schneider (37) über die Entstehung des Schlauches früher entgegengesetzter Ansicht war, hat er sich jetzt (38) in seiner neuesten Arbeit auf die Seite Jickeli's und Nussbaum's gestellt, nimmt also nunmehr auch eine Entwicklung des Schlauches ausserhalb der Kapsel an.

Nach ihm entsteht die Kapsel als eine Vacuole von einer Membran umgrenzt; diese ist mit Sekret erfüllt. Der Schlauch entsteht auf der Kapseloberfläche (der Membran). Die Widerhaken nehmen in dem (eingestülpten?) Schlauchlumen ihren Ursprung. Ueber die Bildung der Widerhaken sowie die der Kapsel weiss er jedoch Bestimmtes nicht anzugeben.

Gelegentlich beobachtete Schneider auch ein Verdrängen des Sekrets im Schlauche, einen Vorgang, von dem er vermuthet, dass er mit dem Einstülpen des Schlauches in Causalnexus stehe. Der Schlauch wird von der Spitze aus eingestülpt.

Angaben über die Entwicklung der muskulösen Ausläufer (Stiele) habe ich nur bei Jickeli (25) gefunden. Derselbe zeichnet Fig. 19, Taf. XVII, Anhänge, die er für die ersten Anlagen der Muskelstiele hält. Es sind stumpfe kurze Fortsätze an der Basis der Nesselzelle. Ueber die Entwicklung des Cnidocils weiss er nichts zu berichten.

Nach Nussbaum (34) u. Chun (11) entsteht das Cnidocil erst, wenn das Nesselorgan die Oberfläche erreicht hat. Bei den übrigen Autoren fehlen die Angaben hierüber gänzlich.

Alle Autoren lassen die Nesselbildungszellen bei den Hydroiden aus Interstitiellzellen oder ihresgleichen im Ectoderm entstehen. Nach Angaben von Jickeli, Schulze und Nussbaum sollen sich aber Nesselkapseln bei Hydren auch im Entoderm finden, obwohl Entwicklungsstadien daselbst nicht beobachtet wurden. Hierzu noch die Bemerkung, dass diese Nesselkapseln bei Velella trotz ihrer subentodermalen Lage nach Häckel (22) und Bedot (3) ectodermalen Ursprungs sind. Neuerdings will Davenport (14) bei Schnecken (Aeolis) die Entwicklungsstadien der Nesselkapseln auch im Entoderm beobachtet haben. Die Beobachtungen von Schneider freilich (über Hydra), die dabei angezogen werden, sind von ihrem Autor selbst inzwischen wieder zurückgenommen.

Schon die älteren Autoren, Leuckart, Gegenbaur, Claus haben beobachtet, dass die verbrauchten Nesselknöpfe auf dem Fangfaden der Siphonophoren von der Ansatzstelle der Fangfäden aus durch Vorschub ersetzt werden. Ebenso werden mehrfach auch die Nesselpolster oder Nesselwülste bei anderen Coelenteraten als die Bildungs- und Vorratstellen von Nesselorganen in Anspruch genommen. So z. B. von den Gebrüdern Hertwig bei Carmarina (24). Bei den Hydroidpolypen beschreibt Jickeli förmliche Magazine von Nesselkapseln. Sie finden sich stets an proximalen Körperteilen, während die Nesselkapseln selbst distalwärts verbraucht werden. Aus seinen Bemerkungen ist zu erschliessen, dass Jickeli für letztere

eine Art Wanderung annimmt. Noch bestimmter lauten die Angaben von Bedot (3) in Betreff der Velella, die überall in den Lücken der Stützlamelle Nesselzellen aufweist, welche einem grossen Nesselpolster entstammten, das unter der sogenannten Leber und dem Ectoderm auf der Orallfläche aufliegt. Diese Masse von Nesselzellen beschreibt er als „le lieu de formation des nematocystes et comme un reservoir chargé de fournir de cellules urticantes les parties externes de l'animal.“

Ebenso schloss Nussbaum (34) in Anbetracht des Umstandes, dass es auf den Armen von Hydra keine Entwicklungsstadien von Nesselzellen giebt, auf eine Art Vorschub von dem Magenabschnitt her, wo die betreffenden Gebilde in grosser Zahl vorkommen. Dabei wird die Vermutung ausgesprochen, dass die spiralige Drehung der Arme diese Wanderung unterstütze.

Auch Schneider sieht sich in seiner neuesten Veröffentlichung (38) durch die topologischen Beziehungen zwischen der Verbrauchsstätte und dem Bildungsherde der Nesselkapseln bei den Siphonophoren veranlasst, eine derartige Wanderung anzunehmen, obwohl er sie durch directe Beobachtung nachzuweisen ausser Stande war (auch die oben citirten Angaben Bedot's nicht). Andererseits darf übrigens nicht unerwähnt bleiben, dass Chun neuerdings (11) ein Ueberwandern fertiger Nesselzellen von gewissen Bildungsherden auf ihre Verbrauchsstätten in keinem Falle mit Sicherheit nachzuweisen vermochte.

Wenn wir in Kürze hiernach zusammen fassen, was die voranstehende historische Uebersicht uns lehrt, so ist vor Allem die Thatsache zu constatieren, dass der Nesselapparat nach sämtlichen Autoren ectodermalen Ursprungs ist. Nachdem einmal festgestellt war (Leydig), dass die Kapseln je ihren Ursprung in einer Zelle nahmen, entstand dann die Frage nach den Beziehungen derselben zum Kerne. Sie wurde dadurch entschieden, dass man (Schulze) den Kern noch in der ausgebildeten Nesselzelle vorfand. Dafür aber glaubte man die Entwicklung der Nesselkapsel lange Zeit mit dem Plasma der Zelle in Zusammenhang bringen zu müssen. Man nahm ein sekreterfülltes Bläschen oder eine Vacuole als erste Anlage der Nesselkapsel, und liess in diese dann eine Protoplasmamasse (Zapfen) hineinwachsen. Aus diesem sollte nun nach den Einen blos der Schlauch entstehen, während die Kapsel ihren Ursprung in dem die Protoplasmamasse umgebenden Sekret nehme, während Andere (Chun) dagegen sowohl Kapsel wie Schlauch daraus hervorgehen liessen. Während von beiden Seiten der Ursprung des Schlauches in das Innere der Kapsel verlegt wurde, behaupten endlich Jickeli, Nussbaum, Zoja und Schneider, dass letzterer ausserhalb der Kapsel, auf der Kapselwand sich entwickle. Letztere Auffassung macht natürlich eine nachträgliche Einstülpung des Schlauches notwendig. Eine genügende Erklärung der Einstülpung fehlt bei sämtlichen Autoren. Schliesslich wird von mancher Seite noch eine Wanderung der Nesselorgane

von ihrem Bildungsorte an den Ort der Verwendung statuiert, ein Verhalten, was aber nur durch eine Beobachtung (Bedot) gestützt ist.

2. Eigene Beobachtungen.

Wie schon früher kurz angedeutet, stiess ich bei Gelegenheit einer anderen Untersuchung in den interstitiellen Zellen der Hydra wiederholt auf kleine glänzende Stäbchen, die in der Zelle dicht neben dem Kern lagen und an einem Ende das Aussehen eines Schraubengewindes darboten (Fig. 15b).

Da ich über diese Einlagerungen in der Litteratur keinen befriedigenden Aufschluss bekommen konnte und dieselben nach genauer Untersuchung auf Entwicklungsstadien der Nesselorgane zurückführen zu müssen glaubte, nahm ich mir vor, die Entwicklung der Nesselorgane überhaupt einer eingehenden Untersuchung zu unterziehen, einer Untersuchung, deren Resultate ich nun im Folgenden mitteile. Zugleich hoffte ich, auf diese Weise vielleicht neue Beiträge zur Frage über die Entwicklung des Schlauches an diesen Organen liefern zu können, worüber die Meinungen ja immer noch stark aus einander gehen.

Die Nesselorgane entstehen in Zellen, welche von den interstitiellen Zellen, die auch den Geschlechtszellen den Ursprung geben, nicht zu unterscheiden sind. Sie sind bei allen Cnidariern zu finden und bilden manchmal eine lokal begrenzte, subepitheliale Lage (d. h. sie bilden eine eigentliche Gewebelage).

Ein sehr grosser Kern wird von einer verhältnissmässig geringen Masse (körnigen) Protoplasma umschlossen (Fig. 10). In dem sehr hellen Kern markieren sich jedoch durch ihr stärkeres Lichtbrechungsvermögen ein oder zwei Kernkörperchen, von denen das eine grösser ist als das andere. In der letzten Teilung begriffene Kerne weisen jedoch deren oft bloß eines auf. Ferner zeigt das Protoplasma des Kernes eine fein granulierte Struktur. Das umgebende Plasma sieht dann mehr homogen aus, kann aber auch gröbere Körnchen (Nährstoff?) enthalten. In manchen Fällen (Hydra) bildete das Plasma einen so dünnen Belag, dass ich es nur schwer nachweisen konnte.

Die interstitiellen Zellen sind zu allen Jahreszeiten in stetem Wuchern begriffen. Hin und wieder beobachtete ich auch in den Nesselbildungszellen (Physalia) eine Umlagerung und Umgestaltung des Chromatins des Kernes in Knäuelform und in Schleifen, die die eintretende mitotische Teilung ankündigten¹⁾ (Fig. 8a. b). Die grobkörnigen Teile verschwinden mit dem Auftreten des Fadenknäuels. Dabei wird auch das Kernkörperchen in Mitleidenschaft gezogen, jedoch nicht immer sofort. Entschieden mitotische Teilungsstadien konnte ich übrigens auch an anderen Stellen beobachten

¹⁾ Die betr. Zellen stammten hier aus einer Gruppe Nesselbildungszellen, von denen einige bereits die ersten Anlagen der Kapsel aufwiesen.

(Fig. 9), vornehmlich da, wo sich dem Anscheine nach später das Ei anlegte.

Diese Wucherungen müssen dazu bestimmt sein, einen grossen Verbrauch zu ersetzen. Sie geschehen wie bei der Erzeugung der Geschlechtszellen, so auch bei der Knospung¹⁾ und ferner bei der Regeneration der äusseren Gewebelage, wenn Teile davon verloren gehen oder verbraucht werden. Hauptsächlich aber dienen sie wohl zur Bildung von Nesselorganen. Denn der Verbrauch für Regeneration im engeren Sinne ist beim normalen Tier nicht so gross, und die Bildung von Geschlechtszellen geht nicht zu allen Jahreszeiten vor sich.

Sehr oft liegen diese Nesselbildungszellen in Gruppen zusammen (Fig. 10. 11), in denen die späteren Umwandlungsprodukte dann auch so ziemlich die gleiche Entwicklungsstufe einhalten. Dieser Umstand hat zu der Vermutung Anlass gegeben, dass die Zellen einer solchen Gruppe einer gemeinschaftlichen Mutterzelle²⁾ entstammten. Man findet aber auch in ein und derselben Gruppe Beispiele von verschieden weit entwickelten Nesselorganen.

In solch einer Gruppe eben sich teilender Zellen, die deutlich Nesselorgane bilden werden, konnte ich nie Mitose nachweisen, wohl aber fand ich diese nicht selten in mehr vereinzelter Zellen. Obschon die Befunde anderer Forscher dem widersprechen — blos Nussbaum entscheidet sich mit einiger Wahrscheinlichkeit für Amitose — konnte ich meinerseits, wie gesagt, in den betreffenden Zellgruppen immer nur eine direkte Teilung konstatieren.

Da ich diese häufig auch in anderen Zellen fand, dürfte eine Beschreibung des Teilungsvorganges hier am Platze sein. Zuvor aber sei beiläufig erwähnt, dass diese Teilung, da sie die letzte ist, welche die betreffenden Zellen durchlaufen, den Resultaten der neuesten Forschung über Kernteilung³⁾ durchaus nicht widerspricht. Im Muskelepithel habe ich dieselbe nicht nachweisen können, wohl aber ist sie im Entoderm mir öfter begegnet.

Nach meinen Beobachtungen dürfte die amitotische Teilung folgendermassen vor sich gehen.

Das Chromatin verbindet sich mit den Kernkörperchen zu einem Ganzen oder es sondert sich in dem Kern in ziemlich gleichmässig grosse Granula.

¹⁾ Hiermit soll nicht gesagt sein, dass die Knospen aus einzelnen Interstitiellzellen ihren Ursprung nehmen und das Entoderm dabei gar nicht beteiligt ist, wie es neuerdings Albert Lang (Ueber die Knospung bei Hydra etc. Zeitschr. für Wiss. Zool. Bd. 54. Heft 1. 2, 1892) behauptet hat. Meine vorläufigen Beobachtungen lassen mir immer noch die bisherige Ansicht (mit einigen Modifikationen) als richtig erscheinen.

²⁾ Schon früher beobachtet von Nussbaum.

³⁾ vide Litteratur 36, 43, 45.

Im ersten Falle zieht das Körperchen sich in die Länge und schnürt sich in der Mitte hantelförmig ein. Im andern Falle, wo aus dem Chromatin mehrere Granula sich gebildet haben, ordnen diese sich in der Mitte des Kernes in zwei Gruppen, die sich einander gegenüber stellen. Von nun an sind die Veränderungen beide Male die gleichen. Die beiden Massen der Hantel sowie die beiden Gruppen der Granula trennen sich in zwei Hälften, die beinahe gleich sind.

Der Kern fängt an sich zu strecken, sobald die Hantelform sichtbar wird oder die Granula sich gruppieren, schnürt darauf sich ein bildet durch Trennung und Abrundung zwei neue (Tochter-) Kerne, von denen jeder durch die Teilung ungefähr die Hälfte des Chromatins erhalten hat.

Mit der Teilung des Kernes Hand in Hand geht auch die Teilung des Plasmas.

Hantelförmige oder eben sich abschnürende Kernkörperchen finden sich nicht gerade sehr häufig. Viel öfter begegnet man dem etwas länglich ausgezogenen Kernkörperchen oder den schon abgeschnürten beiden Hälften, die noch die Spitzen einander zukehren.

Dieses Stadium darf aber nicht mit solchen verwechselt werden, in denen der Kern zwar auch zwei Nucleolen enthält, aber Nucleolen von ungleicher Grösse, die sonst aber noch keinerlei Anzeichen einer Teilung zeigen.

Das spärliche Vorkommen der zuerst beschriebenen Stadien (Hantelform) kann übrigens ebensowenig befremden, wie der Mangel anderer, die sonst bei der Mitose auftreten. In unsern Fällen handelt es sich um schnell verlaufende Vorgänge, denen gegenüber solche, die von längerer Dauer sind, weit häufiger zur Beobachtung kommen.

Ich habe diese Teilung als eine direkte oder amitotische bezeichnet. Wenn man allerdings unter mitotischer Teilung nur diejenige versteht, bei der die Kernsubstanz (Chromatin) in zwei gleiche Hälften sich sondert, so könnte auch die eben beschriebene Teilung als eine Art Mitose gelten. Sieht man aber den Fadenknäuel, die Schleifen, die Spindel als wichtige Kriterien der Mitose an, dann haben wir in unserem Falle nichts als eine amitotische Kernteilung.

Die erste Anlage der Nesselkapsel (Kapselkeim, K. k. in allen Figuren) beobachtete ich als ein kleines längliches (manchmal auch beinahe kugeliges) hellglänzendes Körperchen im Innern nicht des Zellenplasmas, sondern des Kernes, beinahe unmittelbar neben dem Kernkörperchen, von demselben durch seine mehr homogene (nicht granulöse) Beschaffenheit unterschieden¹⁾ (Fig. 10a).

In einigen Fällen schien dieser kleine Kapselkeim sich eben erst in Form eines Stäbchens von dem Kernkörperchen abgehoben zu haben (Fig. 10b, e, h und Fig. 11a), aber noch neben demselben

¹⁾ Die Kapselkeime zeichnen sich im allgemeinen auch durch stärkere Tinktionsfähigkeit vor den Kernkörperchen aus.

zu liegen. Wo sich von anfang an mehrere Kernkörperchen gebildet hatten (Fig. 10c, d) fand ich später blos ein Kernkörperchen und daneben das längliche Stäbchen.

Allmählich kommt nun der Kapselkeim aus der Tiefe des Kernes an die Peripherie zu liegen (Fig. 10a, d u. 11b u. 17b), ohne dass zunächst an ihm eine auffallende Grössenveränderung zu beobachten wäre. Einmal freilich habe ich ihn schon jetzt von einer beträchtlichen Grösse, ähnlich der seiner definitiven Form, vorgefunden (Fig. 10g, a). Auf der Peripherie angelangt, ist die Masse bereits unverkennbar die junge Kapsel. Man ist somit zu dem Schlusse berechtigt, dass die erste Anlage der Nesselkapsel aus dem Kern stammt und durch eine Art Teilung entsteht, bei der aber nur ein verhältnissmässig kleiner Teil der Kernsubstanz Verwendung findet.

Sobald der Kapselkeim an die Oberfläche des Kernes aufgerückt ist, bildet sich um denselben ein heller Hof entweder blos an der inneren Seite (Fig. 10g, e, 11d) oder fast im ganzen Umfange. Oft jedoch verweilt er längere Zeit im Plasma der Zelle, ehe sich der helle Hof um ihn bildet.

Immer aber steht der Kapselkeim da, wo er sich von dem Kern abgehoben hat, mit dem Plasma der Zelle in direkter Verbindung.

Diesen hellen Hof oder Sekretraum, wie er von den älteren Autoren auch genannt worden ist, nahm man bis dahin für die erste Anlage der Kapsel an. Verleitet wurde man zu dieser Annahme jedenfalls durch die Häufigkeit der Fälle, in denen der kleine Kapselkeim beinahe ganz von dem hellen Hofe umgeben war. Ich meinerseits aber habe nie einen Sekretraum ohne Kapselkeim auffinden können, wohl aber junge Kapselkeime, die noch **nicht** von einem hellen Hofe umgeben waren (Fig. 10, 11b, 12a, 13).

Dieses helle Aussehen des Hofes ist jedenfalls darauf zurück zu führen, dass das Protoplasma durch das Wachstum der jungen Kapsel dünnflüssiger geworden ist, denn mit dem Grösserwerden des Hofes wird das ursprünglich dickflüssige Protoplasma allmählich auf eine sehr dünne Hülle (Plasmabelag) reduciert. Der dünne Plasmamantel ist an der Stelle, wo er den Kern birgt, bedeutend dicker als sonst, ja sogar dicker als nötig scheint, um blos den Kern zu beherbergen (Fig. 16 u. 18e).

Es ist dies die Stelle, wo der Hals der jungen Kapsel dem Protoplasma anliegt, und von wo aus sich auch der Schlauch des Nesselapparates ausbildet (Fig. 11, e, d u. 12).

Der Hals der Kapsel wird allmählich etwas länger, bis man schliesslich in ihm den Basalteil des Schlauches erkennt. Und endlich sieht man, wie eine fadenförmige Fortsetzung des Halses, durch stärkere Lichtbrechungsfähigkeit auffallend, in den Plasmabelag hineinwächst und eine Windung nach der anderen um den Kern herum legt: es ist der Schlauch der Kapsel, den man darin vor sich

hat. Der Basalteil desselben liegt in der äussersten Spirale, während das innerste, wachsende Ende den Kern umfasst.

Wir können also in der Bildung des Schlauches mehrere Stadien unterscheiden, deren Dauer wesentlich von einander abweicht. Das früheste Stadium, in dem die ersten Anlagen des Schlauches sichtbar werden, kann im Ganzen nur selten beobachtet werden; die Bildung geht anscheinend sehr schnell vor sich und entzieht sich so in den meisten Fällen der Beobachtung. Die darauf zunächst folgenden Stadien der Entwicklung, in denen sich der Schlauch bereits in 3 oder mehr (bis 6) Windungen um den Kern herum gelegt hat, können sehr häufig beobachtet werden (Fig. 16). Dann aber wird es schwieriger, die weitere Entwicklung, das Wachsen des Schlauches, genauer zu verfolgen, da letzterer in den meisten Fällen bereits eingestülpt in der Kapsel liegt (Fig. 20). Die Schläuche sind dann nicht bloss viel länger und dünner, sondern auch fester als in dem Stadium vor der Einstülpung.

Es entsteht nun die Frage ob a) etwa der vor der Einstülpung an seinem äussersten Ende noch ziemlich dick aussehende Schlauch sich bei der weiteren Ausbildung in die Länge streckt, oder ob b) die feinsten jüngsten Spiraltouren sich so wenig vom Plasma abheben, dass sie unsichtbar bleiben, oder ob c) diese weiteren, letzten Stadien so schnell vor sich gehen, dass es schwer hält, dieselben zur Beobachtung zu bekommen. Ich möchte ein Zusammenwirken von b und c für das Wahrscheinlichere halten.

Da der Schlauch vor seiner Einstülpung bis in das letzte Stadium, das ich beobachten konnte, noch eine gewisse embryonale Unfertigkeit aufweist, indem weder die Spiralerhebungen (Härchen) des Endabschnittes, noch deutliche Widerhaken nachzuweisen sind, so darf man wohl annehmen, dass er von einer Art Ueberzug oder Bildungsmatrix umhüllt ist. Diese würde sich dann nach seiner Einstülpung ablösen, so dass der Schlauch dann in seiner definitiven Form erscheint.

Kapselkeim und Schlauch sind jetzt vollkommen ausgebildet. Der Kapselkeim wird zur dünnen Innenwand der doppelwandigen Kapsel und der Schlauch ist eingestülpt, während die Masse, die den hellen Hof um die innere Kapselwand (Kapselkeim) bildete, sehr rasch kleiner wird, sich verdichtet und schliesslich die dickere äussere Wand der Kapsel darstellt.

Der kontraktile Plasmabelag der Zelle folgt der Kapsel und schliesst sich eng an diese an.

Wenn wir seiner Zeit in dem anatomischen Teil drei Arten der Nesselapparate unterscheiden, so geschah dieses zunächst mit Rücksicht auf ihre Beschaffenheit. Es findet diese Einteilung aber auch in der Entwicklung eine Stütze. Die allgemeinen Züge der Entwicklung sind freilich für alle Formen die gleichen. Aber daneben finden sich gewisse Eigenthümlichkeiten, die eine jede derselben auszeichnet. Ich beginne bei der Darstellung derselben, wie in dem

anatomischen Teile, mit dem einfachsten Nesselapparat, wie wir ihn bei *Physalia* und anderen finden.

Der längliche Kapselkeim wächst hier anfänglich verhältnismässig langsam (Fig. 11), nimmt aber mit zunehmender Grösse eine immer mehr rundliche Form an. Sobald der verlängerte Schlauch und der sehr früh gross gewordene helle Hof es erlauben, finden wir die junge Kapsel etwas entfernt vom Zellkern (Fig. 16a, b). Der Kern liegt aber immer in der dickeren Masse des Protoplasmabelages, wo er von dem wachsenden Ende des Schlauches eng umfasst ist, und weist stets ein Kernkörperchen auf.

Vor der Einstülpung des Schlauches konnte ich nie mehr als 6 Spiraltouren beobachten, während ich in der ausgebildeten Kapsel deren wenigstens zweimal so viele vorfand. Spiraltouren und Kapselkeim liegen nicht in derselben Ebene, doch liegen die Windungen des Schlauches gewöhnlich seitlich neben der ovalen Nesselzelle. Ein Bild für die noch nicht ganz abgeschlossene Einstülpung des Schlauches bildet Fig. 5B. Ich konnte diesen Fall mehrfach beobachten.

Beobachtungen an *Hydra*, marinen Hydrozoen und *Velella*, bei denen durchweg komplizierte Schläuche mit Widerhaken in den ovalen Kapseln vorkommen, lehren, dass der Entwicklungsgang bei ihnen allen derselbe ist (Fig. 10, 12, 14, 15).

Der Kapselkeim ist hier mehr länglich und nicht so grobkörnig, wie bei *Physalia*. Der helle Hof ist stets verhältnismässig klein. Der Basalteil des werdenden Schlauches ist von Anfang an weit, und die Widerhaken entwickeln sich spät als nach hinten gerichtete Fortsätze. Die Zahl der Spiraltouren ist $1\frac{1}{2}$ oder zwei. Dieselben liegen in einer Ebene mit dem Kapselkeim und dem Zellkern; die Ebene durchschneidet die Mitte der Zelle. Besonders in den späteren Stadien liegt der Kern dem Basalteile des Schlauches sehr nahe. Ohne dass man inzwischen mehr Spiraltouren beobachten kann, ist der Schlauch in späteren Stadien teilweise schon eingestülpt (Fig. 14, 20).

Bei der Entwicklung der dritten mehr komplizierten Nesselapparate aus Nesselbändern von *Physophora* und *Agalma* weist der Kapselkeim gewöhnlich schon früh eine längliche und etwas gebogene Form auf (Fig. 17, 18c). Er ist hier wieder sehr grobkörnig und liegt in einem mittelmässig grossen hellen Hofe. Der Schlauch zeigt nie viele Windungen (1—4). Der Kern nimmt anfangs die konkave Seite des Kapselkeimes ein, scheint aber später mehr an dem Basalteil des Schlauches zu liegen. In der Einstülpung begriffene Schläuche habe ich nicht beobachten können.

Bei der zuerst beschriebenen Art der Nesselapparate war kein Basalabschnitt des Schlauches vorhanden, bei der zweiten und dritten Art kamen Basalabschnitte mit Widerhaken und Dornen vor.

Ganz abgesehen von der verschiedenen Form des Nesselkapselkeimes, liegt der Hauptunterschied der drei Arten in der Form des Schlauches und in seinen primitiven Lagebeziehungen zu dem Zell-

kern. Aus dem letzteren Umstand glaube ich noch einen wichtigeren allgemeinen Schluss ableiten zu können.

In den zuletzt beschriebenen Fällen konstatierten wir die proximale Lage des Kernes zu dem Basalabschnitt des Schlauches, bei allen 3 Arten aber die unmittelbare Gegenwart des Kernes an dem wachsenden Schlauchende. Hierin liegt nach meiner Ansicht eine Bestätigung der schon von anderen Autoren¹⁾ behaupteten Tatsache, dass die Bildungsthätigkeit der Zelle von der Lage des Kernes in derselben abhängt.

Die Angaben früherer Autoren über Einstülpung des Schlauches beziehen sich nie auf die erste Ursache dieser Erscheinung. Sie beschränken sich durchweg auf die die Einstülpung unterstützenden Momente. Zu diesem ganz eigenartigen Vorgang möchte ich mir nun erlauben, folgende Bemerkungen als Versuch einer Erklärung zu machen.

Ich nehme an, dass mit dem Abschluss der Bildung der inneren Kapselwand und des Schlauches eine chemische Veränderung im Plasma der Nesselzelle vor sich geht.

Es wird der „hellen Masse“ (d. h. jener, die die innere Kapsel umgibt, also den früher besprochenen hellen Hof bildet) Wasser entzogen und die Folge davon ist, dass diese sich verdichtet. Das Wasser, welches auf diese Weise der äusseren Kapselwand entzogen wurde, wird nun aus dem Inhalte der inneren Kapsel ersetzt. Durch diesen Wasserverlust im Innern der Kapsel muss der Druck auf das Aeusserere der Kapsel zunehmen. Die Kapsel, nunmehr aus doppelter Hülle bestehend, wird so fest, dass sie dem Drucke von aussen gar nicht oder sehr wenig nachgibt, wie man auch aus ihrer Form erschliessen kann²⁾. Der Schlauch dagegen stellt eine dünnere nachgiebigere Stelle dar und zwar ist die Spitze des Schlauches am dünnsten. An dieser Stelle wird nun dem Drucke nachgegeben, und eine rasche Einstülpung vom Ende des Schlauches aus ist davon die natürliche Folge. Von der Spitze an wird der Schlauch durch den „negativen Druck“ förmlich eingesogen (Fig. 14b, 20).

Diese Einstülpung (Einkrempelung) erfolgt sehr rasch bis an die Widerhaken, wo solche vorhanden. Durch die Einkrempelung veranlasst, legen diese ihre Spitzen nach oben zusammen (Fig. 14b) und senken sich so herunter in die Röhre. Da die Uebergangsstelle des Zwischenstückes in den Basalabschnitt gewöhnlich am dünnsten ist, so krempelt sich der Basalteil des Schlauches so ein, dass die zusammengelegten Widerhaken mit der Spitze nach aussen in sein Inneres eingezogen werden. Man kann sich diesen Vorgang dadurch veranschaulichen, dass man sich eine feine Dolchspitze auf der Fingerspitze eines Handschuhes befestigt denkt. Krempelt man nun den Finger des Handschuhes ein, so kommt die Dolchspitze in das

¹⁾ cf. Litt 21 u. 28.

²⁾ Nur Kapseln mit bereits eingestülptem Faden wurden zuweilen mit zusammengefallener und gerunzelter Wand gefunden.

Innere des eingekrempelten Fingers zu liegen, der eingekrempelte Finger selbst liegt aber im Innern (der Hand) des Handschuhes, welches dann etwa der Kapsel entsprechen würde.

Wenn die Widerhaken bis gegen die Basis der Kapsel hinunter reichen, dann folgt aus der anatomischen Sachlage, dass normaler Weise bloß ein kurzer Abschnitt der dünnen Röhre in dem Hohlraum unter den zusammengelegten Widerhaken liegt (Fig. 1, 2). Von der Spitze dieses kurzen Abschnittes geht der dünne Schlauchabschnitt nach der Basis der Kapsel zurück, um von da aus in vielen Windungen sich aufzurollen. Da der Schlauch sich in einer spiraligen Lage entwickelte, eine derartige Anordnung im Kapselraum aber auch für das spätere Hervorschnellen von Nutzen ist, wird man sich die spiralige Anlage im Innern der Kapsel leicht erklären können.

Bei der Ausstülpung würde dieser ganze Vorgang sich dann gerade in umgekehrter Reihenfolge abwickeln. In der That hatte ich bei einer durch Druck sich langsam entladenden Kapsel Gelegenheit das letztere zu beobachten (Fig. 2, 5).

Als für alle Fälle geltend ist noch hinzufügen, dass der einstülpende Druck von aussen das sich einkrempelnde Lumen des Schlauches stets mit der umgebenden Masse gefüllt erhält.

Um die Hauptzüge der Einstülpung sich zu veranschaulichen, denke man sich etwa folgenden Apparat.

Eine ziemlich resistente Kapsel aus einem Material, das hohe osmotische Fähigkeit besitzt, trägt an dem Halse eine dünne Röhre (Schlauch), deren Wand allmählich nach der Spitze zu dünner wird und sich verjüngt. Das Ganze aber ist mit Wasser gefüllt. Kapsel und Röhre werden nun in einer starken Eiweisslösung oder sonst einer osmotischen Druck produzierenden Flüssigkeit untergetaucht. Sobald die Exosmose vor sich geht, wird der äussere Druck auf die Kapsel und den Schlauch gesteigert, und da die Kapselwand nicht nachgeben kann, so wird die sehr zarte Röhre, von ihrer dünnsten Stelle aus anfangend, eingestülpt werden. Da der Druck bloß mittelst der umgebenden Flüssigkeit wirken kann, so wird selbstverständlich das sich einstülpende Lumen der Röhre von der umgebenden Flüssigkeit erfüllt sein. Gerade dieser letztere Umstand, der seit Möbius' Arbeit nicht wieder hervorgehoben worden ist, scheint mir sehr wichtig. Während nun aber Möbius diese Flüssigkeit bloß zur Erhöhung der Adhäsion des ausgestülpten Schlauches verwendet haben will, glaube ich, dass diese Flüssigkeit das giftig wirkende Sekret ist, während der Kapselinhalt nur dazu bestimmt ist, hydrostatisch zu wirken (cf. anatomischer Teil).

Bis nach der Einstülpung liegt nun die Kapsel mit dem Einstülpungs- oder Entladungspol dem Kern der grösseren Protoplasma-masse der Zelle zugewendet, im entladungsfähigen Zustande aber ist der Entladungspol von dem Kern abgewendet (Fig. 5B. 20).

Dieser dickere Teil des Plasmabelags mit Kern wird zum Basalteil der Nesselzelle und ist gewöhnlich der Stützlamelle zugewendet (Fig. 5e u. 14).

Folglich muss die Kapsel nach ihrer Ausbildung eine Rotation von 180 Grad durchmachen, um in die richtige Stellung zu kommen. In manchen Fällen ist aber der Kern schon an der Seite der Kapsel, dann genügt eine Drehung von 90 Grad. Nur bei *Hydra* hat Nussbaum diese Umdrehung beobachtet; ich konnte sie nicht nur hier, sondern auch bei *Physalia* feststellen.

Was ist nun der Zweck und die Bedeutung einer solchen Drehung? Das Natürlichste ist wohl, dass die Kapsel sich auf diese Weise in die richtige Lage für die Entladung setzt. Denn der Schlauch konnte ja nicht gut durch den dicken Teil des Plasmabelages, wo der Kern sitzt, entladen werden. Ob dann auch der Kern aufs Neue an eine Stelle tritt, wo seine Thätigkeit verlangt wird, und ob dieser Vorgang mit der Bildung der später zu besprechenden Fortsätze (Stiele) in Beziehung steht, kann erst nach weiteren Beobachtungen festgestellt werden, zu denen ich später Gelegenheit zu finden hoffe.

Ueber die Entwicklung der Muskelstiele ist wenig zu sagen. An den soeben zur Ausbildung gelangten Nesselapparaten kann man noch nicht von einem Ausläufer oder Stiel sprechen; man erkennt hier nur eine massenhafte Anhäufung von Plasma, die den Kern birgt. Der übrige Teil des Kapselbehälters ist gewöhnlich auf eine dünnere Membran reduziert, die später bei der Entladung des Schlauches durchbohrt ist (Fig. 5 D).

Meine Untersuchungen über die Entwicklung der Stiele sind im Ganzen ebenso resultatlos verlaufen, wie seiner Zeit die Untersuchungen Jickeli's. Einen kleinen Plasmafortsatz (Fig. 21), der in der Richtung des späteren Stieles hinzieht, kann man als erste Andeutung desselben ansehen. Bei *Verella* (Fig. 22a) habe ich auch weiter vorgerückte Stadien gefunden, in denen der Fortsatz eine bedeutendere Länge erreicht hatte und unzweifelhaft schon den späteren Stiel repräsentierte, auch manchmal ein stark tingirbares Granulum in sich einschloss. Stadien, wie ich sie in Fig. 22b, e abgebildet habe, würden dann direkt auf die ausgebildeten Stiele führen.

Von diesen halte ich e für das jüngere Stadium, weil dort noch kein Cnidocil vorhanden ist, und b für das ältere; auch hier sieht man an dem unteren Ende die hellglänzende Masse. Es ist möglich, dass das stark sich tingierende Körperchen Beziehung zu den Anschwellungen hat, die man im Basalteil der Stiele von *Verella* vorfindet.

Noch eine Beobachtung will ich hier erwähnen, die, obgleich ich sie nicht verwerten kann, von Interesse sein dürfte. Es ist dies eine sich entwickelnde Nesselkapsel mit Schlauch (bei *Verella*) in einer Nesselzelle, deren Stiel schon die langgestreckte schlanke Form und die derbe Beschaffenheit des spätern Apparates besitzt (Fig. 27.). Anfangs glaubte ich einen Fall vor mir zu haben, wo nach Verlust der ersten Nesselkapsel eine zweite sich bildete. In

Ermangelung weiterer Beobachtungen muss ich es aber dahingestellt sein lassen, ob diese Annahme die richtige war.

Nachdem wir hiermit die Entwicklung der Nesselorgane bis zum Abschluss geschildert haben, bleibt noch übrig, die Frage zu erörtern, auf welche Weise diese Organe von dem Entwicklungsort an die Stätte ihres Verbrauches gelangen, an einen Ort, der in vielen Fällen eine nicht unbeträchtliche Strecke von ersterem entfernt ist. Die Frage ist zwar schon viel angeregt worden, aber eine befriedigende Beantwortung hat sie bis dahin nicht gefunden. Zwei Antworten liegen auf der Hand. Entweder werden die Nesselorgane auf natürliche Weise durch das Wachstum der Gewebe vorgeschoben, oder sie werden durch ein aktives Wandern an ihre Verbrauchsstätte befördert.

Bei den Polypen findet im allgemeinen ein grösserer Verbrauch von Nesselorganen auf den Tentakeln statt als irgendwo anders. Nun bilden sich diese Organe aber nicht etwa auf letzteren, sondern im Ectoderm des Körpers, vorzüglich in der Nähe der Tentakelzone, wo ansehnliche Massen von Nesselbildungszellen liegen und förmliche Vorrathskammern darstellen. Da es mir zunächst sehr unwahrscheinlich schien, dass so hoch differenzierte Zellen, wie die Nesselorgane es sind, aktive Wanderungen durchmachen könnten, suchte ich nach Merkmalen eines Vorschubs durch Wachstum der Gewebe, wie es ja auch schon die älteren Autoren¹⁾ bei den Fangfäden der Siphonophoren beobachtet hatten. Allein ich konnte bei *Hydra* dafür keine Stütze finden.

Hie und da bemerkte ich aber in den Tentakeln bei *Hydra* Nesselorgane parallel zur Oberfläche, und dieses schien auf eine active Wanderung hinzudeuten. Später fand ich auch in der früheren Litteratur Zeichnungen, die bei nahe verwandten Formen ganz deutlich das gleiche Verhalten zeigten. So kann man u. a. in den sehr sorgfältig ausgeführten Zeichnungen Schulze's (40) die Richtung der Nesselzellenwanderung beobachten, wengleich im Texte selbst darüber Nichts bemerkt ist. Auch in den Zeichnungen der Gebrüder Hertwig (24) Taf. V. sieht man Nesselzellen, die auf der Wanderung vom Nesselwulst auf die Tentakel begriffen sind (Fig. 26 bei *Carmarina hastata*).

Eine weitere auffallende Beobachtung benahm mir den letzten zweifel an einer Wanderung dieser Organe; sie brachte mich über diese Erscheinung völlig in's Klare.

Bei *Velella*²⁾ fand ich nämlich nicht blos ein grosses Nesselager unter der sogenannten Leber, sondern auch überall zwischen deren röhrigen Fortsetzungen Nesselorgane in den verschiedensten Entwicklungszuständen. In der *Vellellascheibe* haben wir, von unten nach oben gedacht, zuerst Ectoderm (Ec.), dann eine dicke faserige

¹⁾ cf. Litt. 31 u. 38.

²⁾ Fig. 26, Taf. II.

Stützlammelle m, eine Lage Entoderm und endlich das oben erwähnte mächtige Nesselager (n. p.).

Wie eine solche Masse von Nesselorganen zur Verwertung gelangen sollte, da sie, ganz abgesehen von Ectoderm und Entoderm, durch eine dicke Stützlammelle begrenzt war, schien so lange unbegreiflich, bis meine Aufmerksamkeit auf letztere selbst (Fig. 23. 24m) gerichtet wurde. Jetzt aber fand ich in derselben hie und da kanalartige Lücken (Fig. 26e), die alsbald näheren Aufschluss gaben.

Auf Serienschnitten konnte ich nun nachweisen, dass diese Kanäle schräg durch die Stützlammelle hindurch aus der Tiefe bis in das Ectoderm der unteren Fläche der Vellellascheibe führten. Gelegentlich traf ich dabei den schrägen Kanal in seiner ganzen Länge (Fig. 23 u. 24e), und da stiess ich nun auf die überzeugendsten Zeichen einer Wanderung; denn der Kanal enthielt mehrfach Nesselorgane (Fig. 23, 24), die auf dem Wege von dem Magazin nach dem Ectoderm waren.¹⁾ Ich konnte sogar noch mehr beobachten, denn die betreffenden Gebilde waren nicht etwa regellos angeordnet, sondern immer mit dem Basalteil (Plasma und Kern) in der Richtung ihrer Wanderung gestellt (Fig. 23, 24). Auf all den vielen Schnitten, die ich untersuchte, konnte ich immer die Einhaltung dieser Lage feststellen. Da aber Nesselorgane im Ectoderm der unteren Seite der Vellellascheibe im allgemeinen nicht sehr häufig vorkommen, konnte ich hoffen, in der Nähe der Verbrauchsstätten (der Geschlechtspolypen u. Tentakeln) dieselben noch häufiger anzutreffen. Und auch dieses bestätigte sich vollständig. An der Basis der Polypen waren sowohl die Kanäle häufiger, als anderswo (Fig. 25, 26), wie auch die Nesselorgane in grosser Menge vorhanden. Sogar in den Lücken konnte ich sie schaarenweise (Fig. 25e. no) auffinden, im Begriff an den Polypen herabzusteigen. Die Zellkörper selbst scheinen sie dabei nicht zu durchsetzen, wohl aber zwischen den Ectodermzellen dahin zu kriechen. Ihre Bewegung wird wahrscheinlich durch Kontraktionen in den nächstliegenden Zellen befördert. Wo die Durchbruchstelle in geringer Entfernung von dem Polypen ist, da sieht man die Nesselorgane longitudinal unter dem Ectoderm hinziehen. Beiläufig mag dabei übrigens erwähnt sein, dass diese Nesselorgane oft das Cnidocil schon aufweisen, bevor sie an die Oberfläche gekommen sind (Fig. 23. no.).

Bei den nesselbandtragenden Siphonophoren sind die Verhältnisse insofern andere, als die Kapseln sich in dem Nesselband entwickeln und nach Abschluss der Entwicklung des Nesselknopfes unmöglich von anderer Stelle einwandern können.

Hier hätten wir also doch einen Fall, wo für die verbrauchten Nesselkapseln durch einen Nachschub Ersatz geleistet wird, welcher

¹⁾ Erst nachdem meine Beobachtungen soweit gediehen waren, kam mir Bedot's (3) Schrift zu Gesicht, und hier fand ich, dass diese Beobachtung schon vor mir gemacht war. Bedot giebt jedoch nicht an, wie die Nesselorgane nach dem Ectoderm bewegt werden.

auf dem natürlichen Wachstum der Gewebe beruht. Allerdings finden sich zahlreiche Entwicklungsstadien aller Art auch auf dem Basalabschnitt des Polypen, aber die Fangfäden oder Tentakeln sind ja nichts als Ausstülpungen dieses Basalteils der Polypen.

Bei den **Hydroiden** darf man wohl mit Recht annehmen, dass die Nesselorgane sich in mehr proximal gelegenen Regionen des Körpers **bilden**, aber durch aktive **Wanderung** oder auch durch Vorschub infolge Wachstums nach mehr distalen Teilen des Körpers gebracht werden, um dort ihre Funktion zu erfüllen und dabei verbraucht zu werden.

Dass ziemlich einfache Zellen — Eier — der Hydroiden im Ectoderm und im Entoderm hin und her wandern, ja sogar durch die Stützlamelle hindurchpassieren, ist zwar längst durch andere Arbeiten¹⁾ bekannt, bei so hoch differenzierten Zellen aber, wie unsere Nesselorgane es sind, spricht eine derartige Wanderung für eine Selbstständigkeit, die ein hohes Interesse beanspruchen dürfte.

Um meine Befunde zum Schluss noch einmal kurz zusammen zu fassen, so besteht die Nesselkapsel zunächst aus einem sehr zarten Bläschen, das von einer sehr festen äusseren Wand umschlossen ist. Während das Bläschen von dem Kern aus seinen Ursprung nimmt, rührt die äussere Wand von der Masse her, die während der Entwicklung des Bläschens um dasselbe herum ausgeschieden wurde.

Der Schlauch bildet sich als Fortsetzung des Bläschens aus dem Protoplasma der Zelle um den Kern herum. Diese Entstehungsweise bedingt seine spiralige Aufrollung in der Kapsel.

Die Wasserentziehung aus der das Bläschen umgebenden Masse erzeugt osmotischen Druck nach dem Innern des Bläschens und ist als die Ursache der Einstülpung des Schlauches anzusehen.

Die wichtigsten Teile des Nesselapparates der Hydroiden, Bläschen und Schlauch, sind Gebilde, die durch Wachstum in der Zelle entstanden, und nicht etwa Ausscheidungsprodukte derselben.

Nachtrag.

Während eines kurzen Aufenthaltes an der Zoologischen Station zu Neapel benutzte ich einen Teil meiner Zeit, die im vorigen Jahre an konserviertem Materiale gewonnenen Resultate an lebenden Objekten zu kontrollieren.

Als Tinctionsmittel wurde Methylenblau mit gutem Erfolg benutzt.

¹⁾ Weismann, Die Entstehung der Sexualzellen bei Hydromedusen.

An Siphonophoren und Medusen (Carmarina) liess sich die oben geschilderte Entwicklung der Nesselorgane vollständig bestätigen.

Da ich früher keine Gelegenheit hatte, Actinien zu berücksichtigen, so nahm ich zuerst diese vor. — An Gewebeteilen, die dem äusseren Rande des Körpers unterhalb der Tentakel einer *Anemone sulcata* entnommen wurden, konnte ich Nesselorgane, in verschiedenen Entwicklungsstadien begriffen, auffinden. Die frühesten Stadien, die bei dieser vorläufigen Beobachtung festgestellt werden konnten, betrafen junge Kapseln, die hufeisenförmig zusammengekrümmt in der Nesselzelle lagen und den Kern gewöhnlich im Bogen einschlossen.

In älteren Stadien war die Kapsel mehr gestreckt und man konnte den Schlauch als Fortsetzung der Kapsel, um den Kern herum¹⁾ in vielen Windungen verfolgen. Die Windungen sind locker und liegen nicht in einer Ebene.

Es scheint somit auch hier derselbe Entwicklungsgang der Nesselorgane, wie solcher für die Hydroiden beschrieben wurde, stattzufinden.

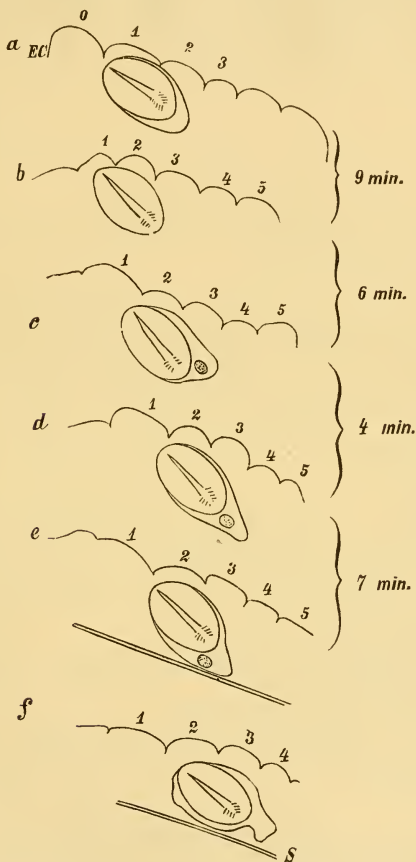
Betreffs der Wanderung der Nesselorgane wurden (bis jetzt) an lebendem Material drei Beobachtungen gemacht. Bei der ersten wurde ein Hydranth von *Pennaria Cavolinii* unter dem Deckglas durch Klopfen so weit zertrümmert, dass die Zellen ziemlich isoliert waren. Sehr viele von den Nesselzellen waren verletzt. In einer, die noch intakt schien, konnte ich Formveränderungen des Plasma feststellen. Sie waren träge und nicht umfangreich. Vorwärtsbewegung konnte nicht beobachtet werden. Eine Täuschung durch passive Lagenveränderung war durch gleichzeitige Beobachtung eines fixen Punktes (der Widerhaken) in der Nesselkapsel ausgeschlossen.

Die zweiten und dritten Beobachtungen geschahen ebenfalls an *Pennaria C.* Die eine gab ein kleines, jedoch sicheres Resultat (Vergl. Holzschnitt). Ein Nesselorgan, das lokale Wanderungen zu machen schien, wurde während 26 Minuten beobachtet und zu Intervallen von 4—9 Minuten mit der Camera lucida skizziert, wobei die gleichfalls gezeichneten Kuppen der Ectodermzellen als Anhaltspunkte dienen. Es ergab sich dabei, dass die Nesselzelle unter fortwährenden Formveränderungen anderthalb Zellen, eine Strecke, die ungefähr ihrem Längsdurchmesser gleichkam, durchsetzte. Die Bewegung war mit dem Basalteil der Zelle voran auf einen Tentakel hin gerichtet. Bei einer Skizze (b) konnte ich die Umrisse der Zelle nicht deutlich genug sehen, sie zu zeichnen. In zwei anderen (a u. f) war der Kern nicht sichtbar.

An einem anderen Tage wurden verschiedene Nesselzellen, die parallel zur Oberfläche lagen, an einem frisch abgeschnittenen Hydranth beobachtet. Einige schienen sich gar nicht zu bewegen, während andere dies sehr langsam thaten. Eine, deren Bewegung sofort in's Auge fiel, wurde längere Zeit verfolgt (ihre Lage war

¹⁾ Aber nicht um die Kapsel wie Schneider (vide lit.) meint.

ungünstig zum Zeichnen). Sie lag parallel zur Oberfläche und in einer Entfernung, die ihren Längsdurchmesser ungefähr drei Mal übertraf, hinter einem geknöpften Tentakel, der direkt unter dem Rüssel stand. Die Bewegung geschah in der Richtung des Tentakels, die



Widerhaken waren dabei nach hinten gerichtet. In ca. 15 Minuten hatte sie die Tentakelbasis erreicht — und dabei sich 2 Mal beinahe aufrecht gestellt. Der Hydranth selbst war inzwischen nahezu abgestorben. Nach einer langsamen Umdrehung (180°) ging die Zelle

in beinahe entgegengesetzter Richtung durch eine Strecke, die ungefähr $1\frac{1}{2}$ Mal die ihres Längsdurchmessers war, und stockte dann völlig. Die Bewegung von der Basis des Tentakels bis dahin nahm wiederum 15 Minuten in Anspruch.

Es sind das Thatsachen, die meine früheren Schlüsse vollkommen zu bestätigen geeignet sein dürften.

Napoli, den 31. Mai 1894.

Litteratur-Verzeichnis.

1. Agassiz, L. Contributions to the Natural History of the U. S. A. Vol. III. 1860.
2. Allman, Geo. A Monograph of Gymnoblastic Hydroids. 1871.
3. Bedot, M. Recherches sur l'organ central et le système vasculaire des Velelles. Recueil zool. suisse. Tom. I. 1884.
4. — Recherches sur les cellules urticantes. Ibid. Tom. 4. 1888.
5. Bütschli, O. Beiträge zur Kenntnis der Fischpsorospermien. Zschr. f. Wiss. Zool. Bd. 35. 1881.
6. Chorda, Nova Acta Physico-Medica. T. XVIII. 1839 (nach Erdl).
7. Chun, Carl. Die Greifzellen der Rippenquallen. Zool. Anz. I. 1878.
8. — Die Natur- und Wirkungsweise der Nesselzellen bei Coelenteraten, Zool. Anz. 4. 1881.
9. — Die mikroskopischen Waffen der Coelenteraten. Zschr. Humboldt. Bd. I.
10. — Die Canarischen Siphonophoren
 1. Stephanophyes superba, in Abhdlg. der Senkenbergischen Nat. Ges. 1891.
 2. Monophyiden, ebenda 1893.
12. Claus, C. Physophora hydrostatica. Zschr. f. wiss. Zool. Bd. 10. 1860.
13. — Halistemma tergestinum. Arb. a. d. Zool. Inst. zu Wien. 1878.
14. Davenport. On the development of Cerata in Aeolis. Bull. of the Mus. of Comp. Zool. Harvard Coll. Cambridge. Vol. 24. No. 6. 1893.
15. Ehrenberg. Abh. der Berliner Akademie aus d. Jahre 1835 bis 36 (nach v. Siebold).

16. Eimer, Th. Nesselzellen und Samen bei Seeschwämmen. Archiv für Mikr. Anat. Bd. 8. 1892.
17. Erdl, P. Ueber Organisation der Fangarme der Polypen. Muellers Arch. 1841.
18. Gegenbaur, C. Beiträge zur näheren Kenntniss der Siphonophoren. Zschr. f. w. Zool. Bd. 5. 1854.
19. Gosse, British Sea Anemones (nach Möbius).
20. Greef, Rich. Protohydra Leuckartii. Zschr. f. Zool. Bd. XX. 1870.
21. Haberlandt. Ueber Beziehungen zwischen Lage und Funktion des Zellkernes bei den Pflanzen. 1887.
22. Haeckel, E. Report Challenger, Siphonophora. 1888.
23. Hamann, O. Der Organismus der Hydroid-Polypen I. Jen. Zschr. f. Nat. Bd. XV. N. F. VIII. 1882 und II. ebenda.
24. Hertwig, O. u. R. Das Nervensystem und die Sinnesorgane der Medusen. 1878.
25. Jickeli, C. Ueber den histol. Bau von Eudendrium racemosum und Hydra. Morph. Jahrb. Bd. 8. 1882.
26. — II. Bau der Hydroid-Polypen.
27. Korotneff, A. Zur Histologie der Siphonophora. Mitteil. a. d. Zool. Stat. Neapel Bd. 9. 1886.
28. Korschelt, E. Beiträge zur Morph. u. Physiol. des Zellkernes. Zool. Jahrb. Bd. 4. 1889.
29. Kleinenberg, U. Hydra, eine anatomisch - entwicklungsgeschichtliche Untersuchung. 1872.
30. Lendenfeld, R. v. Ueber Wehrpolypen und Nesselzellen. Zsch. f. Zool. Bd. 38.
31. Leuckart, R. Zool. Untersuchungen I. Die Siphonophoren. 1853.
32. Leydig, F. Bemerkungen über den Bau der Hydra. Mueller's Archiv. 1854.
33. Möbius, C. Ueber den Bau, Mechanismus und die Entwicklung der Nesselkapseln. Abh. d. naturwiss. Vereins zu Hamburg. 1866.
34. Nussbaum, M. Ueber die Teilbarkeit d. leb. Materie. II. Archiv f. microsp. Anat. Bd. 27. 1887.
35. Pagenstecher, A. Zur näheren Kenntniss der Vellelliden-Form Rataria. Zschr. f. w. Zool. Bd. XII. 1862.
36. von Rath, O. Ueber die Bedeutung der amitotischen Kernteilung im Hoden. Zool. Anz. Bd. 14. 1891.

37. Schneider, C. K. Histologie von *Hydra fusca* mit besonderer Rücksicht auf das Nervensystem der Hydroidpolypen. Archiv f. Mic. Anat. Bd. 35. 1890.
38. — Einige histologische Befunde an Coelenteraten. Jen. Zschr. f. Nat. Bd. 27. N. F. 20. 1892.
39. Schulze, F. E. Ueber den Bau und die Entwicklung von *Cordylophora lacustris*. 1871.
40. — Ueber den Bau und die Entwicklung von *Syncoryne Sarsii*. 1873.
41. — *Spongicola fistularis*. Archiv f. Mic. u. Anat. Bd. XIII. 1877.
42. Trembley, A. Mémoire pour servir à l'histoire d'un genre de polypes d'eau douce. 1744.
43. Ziegler, H. E. Die biologische Bedeutung der amitot. Kernteilung im Tierreich. Biol. Centralblatt. Bd. II. 1891.
44. Zoja, Raff. Alcune ricerche morfologiche e fisiologiche sull' *Hydra*. Bollet. Scientif. Anno XII. 1890.
45. — Amitosis or Direct Nuclear Division. Jour. Roy. Micr. Soc. Pt. 1. Febr. 1892.

(Benutzte Lehrbücher und allgemeine Werke über Cnidarier sind nicht besonders verzeichnet.)

Erklärung der Abbildungen.

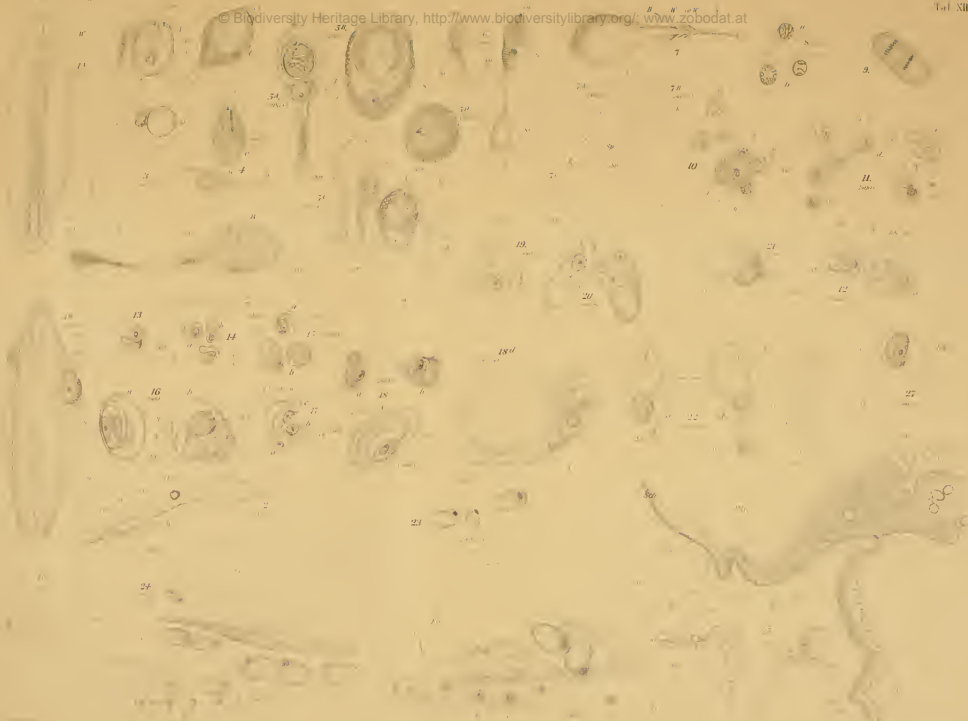
Allgemeine Bezeichnungen.

Cn = Cnidocil.	n = Nucleus.
Co = Zwischenstück des Schlauches.	No = Nesselorgan.
Dk = Deckel.	P = Centralpolyp.
Ec = Ectoderm.	p = Geschlechtspolyp.
En = Entoderm.	S = Schlauch.
H = Hof (heller) um den Kapselkeim.	Sp = Spiralmuskel d. Nesselkapselstiele.
K = Kapsel.	St = Stiele der Nesselorgane.
Kk = Kapselkeim.	W = Widerhaken.
m = Stützlammelle.	w = kleine Widerhaken.

- Fig. 1. *Physophora hydrostastica*. A. Nesselkapsel. B. Nesselorgan aus der Tasterspitze. ²⁴⁰⁰/₁. C. Querschnitt von B.
- Fig. 2. Eine eben durch Druck auf das Deckglas entladene Nesselkapsel aus dem Nesselband. Dk = der aufgesprungene Deckel, welcher noch an der Kapsel hängt.
- Fig. 3. *Velella spirans*. A u. B = zwei Formen der grossen Nesselkapselstiele mit Spirale (Sp) versehen. C u. D = Seiten- und Queransicht derselben (kleineren) Kapsel.
- Fig. 4. a = eine grössere, b = eine kleinere Kapsel im Ausstülpfen begriffen.
- Fig. 5. *Physalia utriculus*. A. Kleines Nesselorgan mit durch Reagentien etwas ausgedehnter Spirale (Sp) sowie teilweise abgehobenem Plasmabehälter. B. grosses Nesselorgan, noch in der Entwicklung begriffen. Faden nicht vollkommen eingestülpt und die Kapsel noch nicht richtig gedreht. C. Querschnitt von Fangfäden kleiner und grosser Kapseln im Gewebe darstellend. D. Kapselbehälter von oben gesehen.
- Fig. 6. *Velella spirans*. Grössere u. kleinere Nesselorgane.
- Fig. 7. Nesselkapsel schematisiert von *Velella* und *Hydra* zur Anschauung des ausgestülpten Schlauches mit äusserer Kapselwand.
A. B. C. Herauspräparierte Spirale der Muskelstiele, genau mit der Camera gezeichnet und ohne nachherige Verbesserung mit Ausnahme der einen der zwei Linien der Spirale.
- Fig. 8. *Physalia utriculus*. Interstiellzellen mit angehender Mitose.
- Fig. 9. *Hydra fusca*. Institiellzellen mit angehender Mitose.
- Fig. 10. Interstiellzellen und Kapselkeime in verschiedenen Stufen der Entwicklung.
- Fig. 11. *Physalia utriculus*. Kapselkeime in verschiedenen Stufen der Entwicklung. a = eine eben erkennbare Nesselbildungszelle.
- Fig. 12. *Velella spirans*. Ein frühes und ein ziemlich spätes Entwicklungsstadium der Nesselorgane. a = noch kein Hof vorhanden. b = ein bedeutender Hof sichtbar.
- Fig. 13. *Agalma Sarsii*. Junger Kapselkeim ohne Hof.

- Fig. 14. *Hydra grisea*. Kapselkeime. a = Schlauchbildung. b = ein bis auf die Widerhaken eingestülpter Schlauch. Kapsel noch nicht umgedreht.
- Fig. 15. *Hydra grisea*. a) ein vorgerücktes Stadium der Schlauchbildung. b) eigentümlich quengerunzelte Erscheinung (Einstülpungsstadien?) der kleinen Kapseln.
- Fig. 16. *Physalia utriculus*. a und b = Modifikationen der Schlauchbildung, welche aber nicht bedeutende Abweichungen sind.
- Fig. 17. *Agalma Sarsii*. Drei Stadien der Entwicklung in zusammenhängenden Zellen. a) einfache Zelle. b) Kapselkeim auf der Peripherie des Kernes. c) vorgerückteres Stadium mit Anlage des Schlauches.
- Fig. 18. *Physophora hydrostatica*. Drei Entwicklungsstadien der Nesselkapseln. a, b, c vom Fangfaden; d vom Taster.
- Fig. 19. *Velella spirans*. Aeltere Entwicklungsstadien.
- Fig. 20. *Hydra fusca*. Ein eben sich ausbildender Schlauch und ein schon teilweise eingestülpter Schlauch.
- Fig. 21. *Velella spirans*. Muskelfortsatz oder Stielbildung, sehr frühes Stadium.
- Fig. 22. Reihenfolge a, c, b. Muskelfortsatz oder Stielbildung.
- Fig. 24 u. 23. *Velella spirans*. Schnitt durch einen Teil der Scheibe (26) des Tieres, Nesselorgane auf der Wanderschaft durch die Stützlamelle aufweisend.
- Fig. 25. *Velella spirans*. Schnitt durch Scheibe und Geschlechtspolyp, die Anhäufung der Nesselkapseln an der Basis des Polypen zeigend, sowie die brüchige, lockerfaserige Stützlamelle.
- Fig. 26. Schnitt durch die Scheibe und den Centralpolypen, um den Nesselvorrat zu zeigen und zur Orientierung.
- Fig. 27. Gestielte Nesselzelle mit sich entwickelndem Nesselapparat.

Anmerk. Sämtliche Figuren sind — nach einem Seibert'schen Instrumente (Apochromat) — mit der Camera lucida vorgezeichnet.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Archiv für Naturgeschichte](#)

Jahr/Year: 1894

Band/Volume: [60-1](#)

Autor(en)/Author(s): Murbach Lewis

Artikel/Article: [Beiträge zur Kenntnis der Anatomie und Entwicklung der Nesselorgane der Hydroiden. 217-254](#)