

Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung

von

Dr. M. Reess

Professor in Erlangen

und

Dr. E. Selenka

Professor in München

herausgegeben

von

Dr. J. Rosenthal,

Professor der Physiologie in Erlangen.

Siebzehnter Band.

1897.

Mit 186 Abbildungen.

Leipzig.

Verlag von Arthur Georgi
(vormals Eduard Besold).

1897.

Biologisches Centralblatt.

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. in Erlangen

Prof. in München

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2—4 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XVII. Band.

1. Juli 1897.

Nr. 13.

Inhalt: **v. Lendenfeld**, Die Nesselzellen der *Cnidaria*. — **Popoff**, Ueber die Histogenese der Kleinhirnrinde. — **Hensen**, Bemerkungen zur Planktonmethodik. — **Aus den Verhandlungen gelehrter Gesellschaften**: Medizinischer Verein zu Greifswald. **Solger**, Ganglionzellen des Lobus electricus von *Torpedo*.

Die Nesselzellen der *Cnidaria*.

Von R. v. Lendenfeld.

Vor zehn Jahren habe ich in dieser Zeitschrift einen kurzen Aufsatz über den damaligen Stand unserer Kenntnis von den Nesselzellen der *Cnidaria* veröffentlicht: anschließend an diesen, will ich im Folgenden die seither auf diesem Gebiete erzielten Resultate besprechen und an der Hand der neuen morphologischen, physiologischen und entwicklungsgeschichtlichen Daten die Theorien prüfen, welche ich und andre zur Erklärung der Funktion dieser Organe aufgestellt haben. Die Arbeit gliedert sich naturgemäß in die folgenden fünf Hauptabschnitte: Litteratur, Morphologie, Entwicklungsgeschichte, Physiologie und Schlussbetrachtung. Bemerken möchte ich noch, dass ich, um dieselbe nicht noch umfangreicher zu machen, als sie ohnehin geworden ist, auf die Nesselorgane anderer Tiere, nicht näher eingegangen bin.

I. Litteratur.

In dieser Liste sind nur die im Jahre 1887 und später erschienenen, einschlägigen Arbeiten zitiert. Ältere Arbeiten sind bei Iwanzoff (1896^a), Murbach (1894), Zojja (1890) u. a. angeführt.

1889. L. Agassiz¹⁾: The Anatomy of *Astrangia danae*. Natural history illustrations prepared under the direction of Louis Agassiz, 1849. Explanation of Plates by J. W. Fenkes, 20 p., 6 Taf.

1) Die den wesentlichen Teil dieser Arbeit ausmachenden Tafeln sind schon 1849 gezeichnet worden. Ihrer Wichtigkeit wegen, sowie auch weil sie erst 1889 publiziert wurde, habe ich diese Arbeit hier aufgenommen und im Folgenden auch berücksichtigt.

1888. G. J. Allman: Report on the *Hydroida* II. The *Tubularinae*, *Corymorphinae*, *Campanularinae*, *Sertularinae* and *Thalamophora*. 'The voyage of H. M. S. Challenger, Zoology, Bd. 23, Part 70, LXIX und 90 p., 39 Taf., 1 Karte. (Nesselzellen p. XIV—XVII.)
1893. G. Antipa: Eine neue Stauromeduse (*Capria* n. *Sturdzii* n.). Mitt. Zool. Stat. Neapel, Bd. 10, p. 618—632, Taf. 40. (Nesselzellen p. 625—626.)
1888. M. Bedot: Sur *l'Agalma Clausi* n. sp. Recueil Z. Suisse, Bd. 5, p. 73—91, Taf. 3, 4. (Nesselzellen p. 85—87.)
1890. Derselbe: Observations relatives à l'histologie des animaux inférieurs (Communiqué à la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève dans séance du 5 decembre 1889). Arch. Sci. phys. et nat. Genève, Bd. 22, p. 606—608.
1896. Derselbe: Note sur les cellules utricantes. Revue Suisse Zool., Bd. 3; p. 533—539, Taf. 18.
1888. E. Béraneck, Étude sur les corpuscles marginaux des *Actinies*. Neuchâtel, 40 p., 1 Taf. (Nesselzellen p. 27—32 u. a. O.)
1887. G. C. Bourne: On the Anatomy of *Mussa* and *Euphyllia* and the Morphology of the Madreporarian Skeleton. Quart. Journ. Micr. Sci. (n. S.), Bd. 28, p. 21—51, Taf. 3, 4. (Nesselzellen p. 25, 30.)
1892. M. Chapeaux: Contribution à l'étude de l'appareil de relation des *Hydroméduses*. Arch. Biol., Bd. 12, pag. 647—682, Taf. 21, 22. (Nesselzellen p. 662—675 a. a. O.)
1891. C. Chun: Die kanarischen Siphonophoren in monographischen Darstellungen. I. *Stephanophyes superba* und die Familie der Stephanophyiden. Abh. Senckenb. Nat. Ges. Frankfurt, Bd. 16, p. 553—627, 5 Fig., 7 Taf. (Nesselzellen p. 577—607.)
1892. Derselbe: Die kanarischen Siphonophoren in monographischen Darstellungen. II. Die Monophyiden nebst Bemerkungen über Monophyiden des pacifischen Ozeans. Abh. Senckenb. Ges. Frankfurt, Bd. 18, p. 57—144, Fig., Taf. 8—12. (Nesselzellen p. 102—103, 129—133.)
1889. D. C. Danielsen: *Cerianthus borealis*. Bergens Mus. Aarsberet für 1888, Nr. 1, 12 p., 1 Taf.
1895. S. Goto: Note on the protoplasmic connection of Lasso-cells in *Physalia*. J. Hopkins Univ. Circ., Bd. 14, p. 80 (Ann. Mag. Nat. Hist., Ser. 6, Bd. 16, p. 271—272).
1895. H. Grenacher: Ueber die Nesselkapseln von *Hydra*. Zool. Anz., Bd. 18, S. 310—321, 7 Fig.
1888. E. Haeckel: Report on the *Siphonophorae* collected by H. M. S. Challenger during the years 1873—1876. The Voyage of H. M. S. Challenger, Zoology, Bd. 28, Pt. 77, II und 379 p., 50 Taf.
1891. W. B. Hardy: On some points in the Histology and Development of *Myriothela phrygia*. Quart. Journ. Micr. Sci., (n. S.), Bd. 32, p. 505—537, Taf. 36—37. (Nesselzellen p. 508—509 a. a. O.)
1895. S. J. Hickson: The Anatomy of *Alcyonium digitatum*. Quart. Journ. Micr. Sci., (n. S.), Bd. 37, p. 343—388, Taf. 36—39. (Nesselzellen p. 365—366.)
1896. N. Iwanoff: Ueber den Bau, die Wirkungsweise und die Entwicklung der Nesselkapseln von Cölenteraten. (Vorläufige Mitteilung zu 1896a.) Anat. Anz., Bd. 11, p. 551—556.

- 1896a. N. Iwanzoff: Ueber den Bau, die Wirkungsweise und die Entwicklung der Nesselkapseln der Cölenteraten. Bull. Soc. Imp. Natural. Moskau, Jahrg. 1896, Nr. 2, 99 p., 4 Taf.
1887. R. v. Lendenfeld: The function of Nettlecells. Quart. Journ. Micr. Sci., (n. S.), Bd. 27, p. 393—399, Taf. 30, Fig. 4.
- 1887a. Derselbe: Die Nesselzellen. Biol. Centralbl., Bd. 7, p. 225—232.
1888. Derselbe: Ueber Cölenteraten der Südsee VII. Die australischen, rhizostomen Medusen. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 47, S. 201—324, Taf. 18—27. (Nesselzellen p. 244—245, 254—255, 298.)
1890. J. P. Mc Murrich: Contributions on the Morphology of the *Actinozoa*. I. The Structure of *Cerianthus americanus*. Journ. of Morph., Bd. 4, p. 131—150, Taf. 6—7. (Nesselzellen p. 141, 143.)
1893. L. Murbach: Zur Entwicklung der Nesselorgane bei den Hydroiden. (Vorläufige Mitteilung zu 1894). Zool. Anz., Bd. 16, S. 174—175.
1894. Derselbe: Beiträge zur Kenntnis der Anatomie und Entwicklung der Nesselorgane der Hydroiden. Arch. Naturgesch., Jahrg. 60, Bd. 1, S. 217—254, Taf. 12.
1887. M. Nussbaum: Ueber die Teilbarkeit der lebenden Materie, II. Mitt., Beiträge zur Naturgeschichte des Genus *Hydra*. Arch. mikr. Anat., Bd. 29, S. 265—366, Taf. 13—20. (Nesselzellen p. 298—310.)
1894. F. Schaudinn: Ueber *Haleremita cumulans* n. g. n. sp., einen neuen marinens Hydroidpolypen. Sitzungsber. Ges. Nat. Freunde Berlin, Jahrg, 1894, S. 226—234, Fig.
1890. K. C. Schneider: Histologie von *Hydra fusca* mit besonderer Be- rücksichtigung des Nervensystems der Hydropolypen. Arch. mikr. Anat., Bd. 35, S. 321—379, Taf. 17—19.
1891. Derselbe: Einige histologische Befunde an Cölenteraten. Zool. Anz., Bd. 14, S. 370—371, 378—381.
1892. Derselbe: Einige histologische Befunde an Cölenteraten. Jena Zeitschr. Naturw., Bd. 27, S. 379—462, Taf. 10—16.
1894. Derselbe: Mitteilungen über Siphonophoren. I. Nesselzellen. Zool. Anz., Bd. 17, S. 461—471.
1896. Derselbe: Mitteilungen über Siphonophoren. II. Grundriss der Organisation der Siphonophoren. Zool. Jahrb. Abt. Anat. Ont., Bd. 9, S. 571—664, Taf. 43—45, 32 Fig. (Nesselzellen p. 584.)
1890. C. Viguier: Études sur les animaux inférieurs de la baie d'Alger. 4. Le Tétrapte (*Tetraplatia volitans* Busch). Arch. Zool. Ex- pér. (2), Bd. 8, S. 101—142, Taf. 7—9. (Nesselzellen p. 119—122.)
1889. J. Wagner: Zur Organisation des *Monobrachium parasiticum* Merej. Zool. Anz., Bd. 12, S. 116—118.
1890. H. V. Wilson: On a new *Actinia*, *Hoplophoria coralligens*. Stud. Biol. Lab. J. Hopkins Univ., Bd. 4, 9 p., Taf. 43.
1890. R. Zoja: Alcune ricerche morfologiche e fisiologiche sull' *Hydra*. Boll. Sc. Pavia, Jg. 12, 90 p., 6 Taf. (Nesselzellen p. 56—64.)
1893. Derselbe: Intorno ad un nuovo idroide. Mitt. Zool. Stat. Neapel, Bd. 10, p. 519—526, Taf. 33. (Nesselzellen p. 522.)

II. Morphologie.

An den Nesselzellen der *Cnidaria* sind stets eine Kapsel, und ein in dieser aufgerollter, dem amorphen Kapselinhalt eingebetteter Faden

zu unterscheiden. Zumeist (oder immer) findet sich eine Plasmahülle, welche einem Mantel gleich die Kapsel einhüllt und in welcher in der Regel ein Zellkern, sowie zuweilen auch ein Fadenknäuel nachgewiesen werden können. Der Mantel pflegt Fortsätze zu besitzen, von denen die einen (Cnidocil, Cilien) nach außen, die andren (Stiel, diverse proximale Anhänge) nach innen abgehen. Diese Teile der Nesselzelle wollen wir für sich besprechen, vorher aber noch einiges über die Meinungen erwähnen, welche die neueren Autoren über die Natur der Nesselzellen als solche hegen, sowie auf die Unterscheidung der Nesselzellen der *Cnidaria* in zwei Hauptarten eingehen.

1. Die Natur der Nesselzellen.

Der alten Auffassung, dass den Nesselzellen eine Perceptionsfunktion zukäme und dass sie demnach mehr oder weniger als Sinneszellen aufzufassen wären, hat sich neuerlich Chapeaux (1892) wieder zugewandt. Er sagt, dass die Nesselzelle bei den Actinien ein „type primitif d'un organ de sense“ sei. Auch Schneider (1890) will die Nesselzellen der *Hydra* als Sinneszellen angesehen wissen, weil nach seiner Auffassung alle eigentlichen Sinneszellen des *Hydra*-Ektoderms schon ins Subepithel herabgerückt seien, sich in Ganglienzenlen verwandelt hätten, und die Nesselzellen jetzt die einzigen Elemente der äußeren Gewebeschicht des Süßwasserpolypen seien, welche Reize perzipierten. Gleichwohl hält er hier, sowie auch in einer späteren Arbeit (1892) an meiner älteren Anschauung von der Drüsennatur der Nesselzellen fest und meint, dass jene Sinnesfunktion erst neuerlich erworben wäre und nur so nebenbei ausgeübt würde. Ja er geht (1890) hierin so weit, die Nesselzellen der *Cnidaria* und auch die Klebezellen der *Ctenophora* für ableitbar von solchen Drüsenzellen zu halten, wie sie in der Fußscheibe von *Hydra* vorkommen. Chun (1891) dagegen fasst die Nesselzelle als Neuromuskelzelle im Sinne Kleinberg's auf, weil ein Teil von ihr aus kontraktiler Substanz besteht und dieser durch einen, von einem andren Teile der Zelle (dem Cnidocil) perzipierten Reiz zur Zusammenziehung veranlasst wird. Er betont übrigens die „Vielseitigkeit“ der Leistungen der Nesselzellen. Iwanzoff (1896a) endlich betrachtet die Nesselzelle als eine modifizierte Flimmer- oder Epithelzelle, von deren Cilien einige zur Bildung der Cnidocile zusammengetreten sind und die andren mehr oder weniger vollständig rückgebildet wurden. Das Auffinden von Nesselzellen mit mehreren kurzen Cilien neben dem Cnidocil, namentlich bei *Adamsia rondeletii*, sowie von solchen, bei denen statt eines einfachen Cnidocils mehrere kürzere oder längere Cilien vorhanden sind, und endlich die durch den Zerfall in einzelne Längsfasern beim Macerieren dokumentierte Zusammensetzung des Cnidocils aus verwachsenen Einzelhäärchen haben ihn zu dieser Ansicht geführt.

2. Die zwei Arten von Nesselzellen.

Schon an den im Jahre 1849 von Agassiz gezeichneten Abbildungen von Nesselkapseln und -Fäden der *Astrangia danae* (Agassiz 1889) ist auf das deutlichste zu erkennen, dass diese Species zwei Arten von Nesselkapseln besitzt: Kapseln mit gewöhnlichen, schlauchförmigen Fäden, die beim Schusse umgestülpt werden und mit der Kapsel in Verbindung bleiben; und dann Kapseln mit dünneren, vielleicht soliden Fäden, welche beim Schusse nicht umgestülpt und in toto ausgestoßen werden. Die erstere ist allgemein verbreitete, allen Cnidarien zukommende, gewöhnliche Form; die letztere jene auf Anthozoen beschränkte, welche Gosse als *Cnidae cochleatae* bezeichnet, und Möbius für Jugendformen der andren gehalten hat. Auf den großen, grundsätzlichen Unterschied zwischen diesen beiden Nesselkapselarten hat zuerst Bedot (1890) hingewiesen. Er lässt den gewöhnlichen Nesselkapseln den alten Namen „Nématocystes“ und stellt für die andren den Namen „Spirocystes“ auf. Später geht Bedot (1896) weiter auf diese Unterscheidung ein und zeigt, dass bei den Spirocysten der Faden nicht wie bei den Nematocysten der Kapsel angeheftet ist, sondern frei in derselben liegt. Dem entsprechend fehlt den Spirocysten auch das bei den Nematocysten vorhandene basale Anheftungsstück, welches häufig gerade und longitudinal in der Kapselaxe liegend, als Axenstück imponiert. Alle Teile des Spirocystenfadens sind stets in einer Spirale aufgerollt. Auch hält Bedot den Spirocystenfaden nicht für schlauchförmig wie den Nematocystenfaden sondern für solid. Vielmehr als die weit höher entwickelten Nematocysten erinnern die Spirocysten an die Trichocysten der Protozoen.

Unabhängig von Bedot ist auch Iwanzoff (1896 a) zur Aufstellung dieser Unterscheidung bei den Nesselkapseln der Actinien gelangt. Seine diesbezüglichen Angaben stimmen im allgemeinen mit jenen Bedot's überein. Eigene Namen für die beiden Hauptarten von Nesselorganen hat Iwanzoff jedoch nicht aufgestellt. Ich halte diese von Bedot und Iwanzoff aufgestellte Unterscheidung der Nesselkapseln für ganz naturgemäß und werde im Folgenden die beiden von Bedot für sie aufgestellten Namen Nematocysten und Spirocysten benutzen. Brüder Hertwig haben seiner Zeit behauptet, dass bei Actinien auch fadenlose Nesselkapseln vorkämen. Wäre dies richtig, so müsste außer den beiden obengenannten noch eine dritte (fadenlose) Art unterschieden werden. Béraneck (1888) hat jedoch gezeigt, dass auch diese Kapseln einen Faden enthalten: er ist in ihnen nur schwerer wie in andren zu sehen.

3. Der Plasmamantel.

Der Plasmamantel, welcher die Nesselkapsel umgibt, ist nach Iwanzoff (1896 a) bei den Hydroiden höher als bei den Actinien

entwickelt. Stets ist er im Leben viel voluminöser und leichter zu sehen, wie in Präparaten, weil er in Folge von Reagentienwirkung stark schrumpft (Iwanzoff 1896 a). Aehnliches hat auch Chapeaux (1892) bei *Hydra* bemerkt. Besonders dünn ist der Mantel nach Zoja (1892) bei *Umbrellaria aloysii*; nach Schneider (1892) bei *Forskalea contorta* und nach Iwanzoff (1896 a) bei manchen Actinien, sowie bei den Nesselzellen in den Nesselknöpfen der Siphonophoren-Fangfäden. In diesen stehen die Kapseln so dicht, dass nur kleine, drei- oder vierkantige Räume zwischen ihnen bleiben, welche von der Mantelsubstanz eingenommen werden.

Eine den Mantel von der Kapsel trennende Flüssigkeitsschicht haben Schneider (1890) bei *Hydra fusca* und Iwanzoff (1896 a) bei den großen Nesselzellen von *Carmarina hastata* aufgefunden. Schneider hält diese Flüssigkeitsschicht für ein durch Reagentienwirkung, postmortal erzeugtes Artefact. Grenacher (1895) giebt an, dass bei *Hydra* der Mantel sich nach Pikrinsäurebehandlung von der Kapsel ablöse.

Ueber die Natur des Mantels bei denjenigen Nesselzellen der Actinien, bei denen der Faden schwer zu sehen ist, sagt Béraneck (1888) „il n'existe pas de fibres musculaires entourant le cnidoblaste, comme c'est le cas chez beaucoup de Coelenterés“. Schneider (1890) sagt, dass die innerste Schicht des Plasmamantels der Nesselzellen von *Hydra fusca* fast ganz in einen Muskel umgewandelt sei und dass dieser Muskel alle Teile der Kapsel mit Ausnahme ihres Vorderendes umhüllte. Auch Murbach (1893, 1894) und Schneider in seiner späteren Arbeit (1892) halten den Mantel für muskulös. Iwanzoff (1896 a) dagegen sagt, dass die „Wand des Cnidoblasts selbst“ . . . „keine Hindeutung auf einen muskulösen Charakter“ zeige, obwohl auch er jene dichtere Innenlage des Mantels bemerkte, die Schneider für einen Muskel erklärt hatte.

Von besonderen Strukturen am Mantel ist besonders die Radialstreifung bemerkenswert, welche nach Grenacher (1895) jenen Teil des oberen Mantelrandes der *Hydra*-Nesselzellen einnimmt, welchem das Cnidocil entragt. Grenacher hält diese, ziemlich schwer sichtbare Streifung für den Ausdruck einer Faltung des Mantels, oder doch der Manteloberfläche, an der betreffenden Stelle.

Der obere, den distalen Pol der Nesselkapsel deckende Teil des Plasmamantels bildet ein Deckelchen oder Mützchen, welches beim Schusse abgeworfen oder nach der Seite umgelegt wird. Bedot (1888) hat solche Dekelchen an den abgeschossenen Nesselfäden der *Agalma clausii*, Iwanzoff (1896 a) bei *Pennaria*, *Velella*, *Carmarina* und Actinien beobachtet.

Eingelagert in dem Mantel findet sich ein, in der Regel ganz leicht nachweisbarer Zellkern und bei gewissen Siphonophoren außer-

dem noch ein anderer Körper, auf den wir unten zurückkommen werden. Nach Murbach (1894) soll ein Kern immer vorhanden sein, während Iwanzoff (1896a) angiebt, dass er bei den Actinien öfter rückgebildet werde. Die Gestalt des Kernes ist nach Iwanzoff (1896a) meist länglich; zuweilen erscheint er gebogen und umfasst dann die Kapsel, der er anliegt, in größerer oder geringerer Ausdehnung; ja bei *Apolemia uvaria* kommt es vor, dass der Kern als geschlossener Ring die ganze Kapsel umgürtet. Ich (1888), Schneider (1890) und Iwanzoff (1896a) geben übereinstimmend an, dass der Kern in der Regel am unteren Ende der Kapsel, seltener zu ihrer Seite liegt.

Was nun die andre oben erwähnte, bei Siphonophoren (*Velella* u. a.) vorkommende, von Bedot und Chun als eine Art Muskel in Anspruch genommene Manteleinlagerung anbelangt, so hat zunächst Chun (1891) dieselbe bei *Stephanophyes superba* als einen Becher kontraktiler Substanz beschrieben, in welchem die Kapsel sitzt. Bei *Phy-salia* hat Murbach (1894) verbogene und geknickte, zum Teil spiralig gewundene Fasern in der Umgebung der Kapsel gefunden. Eine deutlicher spirale Anordnung zeigten dieselben bei *Velella*. Diesen merkwürdigen Körper im *Velella*-Cnidoblast hat Schneider (1894) eingehender studiert. Er findet, dass derselbe aus einem dicht aufgerollten Fadenwerk besteht und kommt zu der Ueberzeugung, dass er nicht muskulöser Natur sei. Iwanzoff (1896a) hat solche Fadenknäule, sowohl in den gestielten, wie in den ungestielten Nesselzellen von *Velella* gefunden, und erkannt, dass von denselben ein Faden nach unten abgeht, welcher den Stiel der Nesselzelle durchzieht und sich an die Stützlamelle anheftet. Das Fadenknäuel selbst hat bei *Velella* die Gestalt einer, der Kapsel anliegenden, konvex-konkaven Linse. Iwanzoff erkennt in diesem linsenförmigen Körper das obere, zu einem Knäul zusammengelegte Ende eines langen, unten im Stil spiralig aufgerollten Fadens.

4. Das Cnidocil.

Als Cnidocile sind diejenigen Anhänge der Nesselzellen zu bezeichnen, welche in centrifugaler Richtung nach außen abgehend, frei in das umgebende Wasser hineinragen. Wenngleich die allermeisten Nesselzellen derartige Distalanhänge besitzen, so scheint es doch auch — von den, in der Tiefe liegenden und daher hier nicht in Betracht kommenden Nesselzellen abgesehen — solche oberflächliche zu geben, die der Cnidocile entbehren. So sollen nach Wagner (1884) die Nesselzellen von *Monobrachium parasiticum* cnidocillos sein; ebenso nach Iwanzoff (1896a) einige der großkapsligen Nesselzellen von *Car-marina hastata* und die mit Fadenknäuel ausgestatteten von *Velella*. Es ist oben schon erwähnt worden, dass nach Iwanzoff (1896a) nicht

selten statt eines einzigen Cnidocils mehrere getrennte Cilien, meist von sehr verschiedener Größe, der Distalfläche der Nesselzelle entragen. Dies wurde namentlich bei *Adamsia rondeletii* und andren Actinien beobachtet. Bei *Pennaria* und bei einigen Siphonophoren zerfallen nach Iwanzoff (1896a) die dort stets einfachen Cnidocile beim Macerieren in drei oder mehr getrennte Cilien: durch Verwachsung von solchen, der Bewegung verlustig gegangenen Cilien sollen sie entstanden sein. Nach Bedot (1888) besteht das Cnidocil der Nesselzellen von *Agalma clausii* aus einer andren Substanz als der obere, die Kapsel kappenförmig deckende Teil des Mantels. Das Cnidocil ist hier kurz dornförmig und verdickt sich unten plötzlich zu einem konvex-konkaven Gebilde, welches sich der Kapsel dicht anschmiegt.

Auch bei den Actinien soll nach Bérane k (1888) das Cnidocil von der Kapsel abgehen und die Cuticula durchbohren. Bei *Hydra fusca* werden nach Schneider (1890) die Cnidocile der großkapsligen Nesselzellen basal von einem manschettenähnlichen Auswuchse des Mantels umgeben. Aehnliches beschreibt auch Chapeaux (1892), auch er hat die Manschette und das Herantreten des Cnidocils an die Kapsel (bei *Hydra*) beobachtet. Nach Grenacher (1895) geht bei *Hydra* das Cnidocil vom höchsten Punkte des oberen, freien Mantelrandes ab. Die gewöhnliche Form des Cnidocils ist die eines konischen, schief stehenden Dornes. Die Cnidocile der kleinkapsligen Nesselzellen von *Hydra* sind bekanntlich länger als jene der großkapsligen. Schneider (1890) giebt für die ersten bei *H. fusca* eine Länge von 0.01, für die letzteren von nur 0.007—0.008 mm an. Bei *H. grisea* erreichen die längsten Cnidocile nach Nussbaum (1887) 0.011 mm. Besonders lange Cnidocile habe ich (1888) an den Nesselzellen der Digitellen der Mundarme von *Crambessa mosaica* gefunden; besonders steil stehende auf der Exumbrella der Rhizostomen.

Ganz abnorme Cnidocile wurden von Chun (1891) an den mit birnförmigen Kapseln ausgestatteten Nesselzellen des Distalteiles des eichelförmigen Nesselknopfes von *Stephanophyes superba* gefunden. Hier sind die Cnidocile nämlich sehr groß, 0.032 mm lang, stark und dem Oberschnabel eines Adlers gleich gebogen. Ungeheuere Cnidocile, welche etwa zweimal so lang wie die zugehörigen Kapseln sind, beschreibt Haeckel (1888) von den Nesselzellen des Knopfes der *Anthemodes ordinata*. Nach Iwanzoff (1896a) verwachsen zuweilen die Cnidocile benachbarter Nesselzellen von *Apolemia uvaria* zu bogenähnlichen Gebilden.

5. Die Proximalanhänge.

Bekanntlich habe ich (1887) vor zehn Jahren die Meinung ausgesprochen, daß jede hochorganisierte Nesselzelle zwei Basalfortsätze besäße, einen Stützstiel und eine Nervenfaser. Der erstere sollte bloß

dazu dienen, die Nesselzelle — im Sinne Hamann's — zu fixieren, während die zweite die Verbindung derselben mit dem subepithelialen Nervenplexus herzustellen bestimmt wäre. Zu dieser Annahme bin ich einsteils durch die Beobachtung von Nesselzellen mit zwei Basalfortsätzen und andrenteils durch theoretische Erwägungen veranlasst worden. Nussbaum (1887) hat gezeigt, dass einige von den Nesselzellen der *Hydra* gestielt sind, andre jedoch eines eigentlichen Stieles entbehren und nur mit einer einfachen Basalplatte, von deren Rand mehrere Fortsätze abgehen, der Stützlamelle aufsitzen. Analoges habe ich (1888) bei Rhizostomen gefunden, deren Nesselzellen mit einem Stiel ausgestattet sind, von dessen Basalende (ähnlich wie von der Basalplatte jener Nussbaum'schen *Hydra*-Nesselzellen) mehrere Fortsätze abgehen. Ich sprach damals die Ansicht aus, dass „einer dieser Fortsätze“ ... „gewiss mit subepithelialen Nerven in Verbindung“ stehe. Auch Allman (1888) acceptierte diese, zuerst von Jickeli ausgesprochene und dann von mir angenommene Ansicht; er behauptet nämlich, dass sich Ausläufer subepithelialer Ganglienzellen mit den Nesselzellen verbänden. Allman (1888) schlägt für den Nesselzellenstiel den Namen Cnidopod vor und meint, dass die, namentlich von Chun behauptete muskulöse Natur desselben „not yet proved“ sei. Zojja (1890) hat, ebenso wie früher ich, Nesselzellen mit zwei Basalfortsätzen beobachtet und eine solche abgebildet. Auch er hält dieselben nicht für muskulös. Schneider (1890) hat zwar einmal eine Verbindung zwischen einer Nesselzelle und einem varicösen Ganglienzellen-Ausläufer beobachtet, ist jedoch geneigt dies als ein zufälliges Artefact (er beobachtete es an einem Macerationspräparat von *Hydra*) und nicht als etwas den natürlichen Verhältnissen entsprechendes, anzusehen. Ueberhaupt sieht er nicht ein, wie bei *Hydra* eine solche Verbindung existieren könne, weil ja die *Hydra*-Nesselzellen innerhalb von Epithelmuskelzellen liegen. Auch Schneider hat zuweilen mehrere unregelmäßige Fortsätze an den Nesselzellen wahrgenommen. Bei *Hydra* haben nach Schneider (1890) die Nesselzellen der Tentakel, nicht aber jene der Körperwand, deutliche Stiele. Diese Stiele sind distal erweitert. Bei den kleinkapsligen Nesselzellen ist der Stiel basal dünn und von nur wenig oder gar keinem Plasma umgeben; bei den großkapsligen erscheint er dagegen als ein weiter, an großen Vacuolen reicher, nach unten nur wenig verdünnter Kegel. Der Stiel ist mit der Stützlamelle fest verwachsen und setzt sich basal jedenfalls nicht in tangentiale Muskelfasern fort. Der Stiel soll, ebenso wie der Mantel, muskulös sein. Schneider (1890) sagt hierüber „Dass wir es wirklich mit Muskeln zu thun haben folgt aus der Uebereinstimmung im optischen Verhalten mit den Muskelfasern der Epithelmuskelzellen“. Viel schlanker als der Stiel der *Hydra*-Nesselzellen, und bis zu 0.032 mm lang ist der Stiel der *Tubularia*-Nesselzellen. Dieser

soll nach Schneider (1890) einerseits mit einem der Vorsprünge der Stützlamelle, andererseits mit dem Hinterende der Kapsel fest verwachsen sein. Die muskulöse Substanz ist auf die Umgebung der Kapsel beschränkt. In ganz ähnlicher Weise schildert Viguer (1890) die Stiele der Nesselzellen von *Tetraplatia volitans*. Bei den klein-kapsligen soll der Stiel viel länger als bei den großkapsligen sein. Die Stiele sind den „crêtes“ der Stützlamelle angeheftet. Viguer hält sie für muskulös, einerseits, weil sie bei frischgetöteten Tieren viel kürzer als bei solchen sind, bei denen die beginnende Maceration der Muskelstarre ein Ende gemacht hat, und andererseits auch weil — in Folge ihrer Kontraktion — die Oberfläche über jeder Nesselzelle dellenartig eingezogen erscheint. Ich muss gestehen, dass ich diesen Angaben keine Beweiskraft für die Richtigkeit der Annahme einer muskulösen Natur des Stiels beimesse kann. Besonders lange Stiele — er nennt sie schlechtweg „Muskelstile“ — hat Chun (1891) an einigen der, mit Adlerschnabel-Cnidocilen ausgestatteten Nesselzellen von *Stephanophyes superba* gefunden. In den eichelförmigen Nesselknöpfen dieses Siphonophors hat er gelegentlich auch Nesselzellen mit zwei oder drei Stielen gesehen. Im Gegensatz zu Korotneff hat Chun (1892) keine Verbindung der Stiele der mit birnförmigen Kapseln ausgestatteten Siphonophoren- (*Stephanophyes superba*-) Nesselzellen mit Ganglienzellausläufern auffinden können. Sehr bestimmt äußert sich Chapeaux (1892) über das Vorhandensein eines solchen Zusammenhangs bei *Hydra*, wo die Nesselzellen durch körnige Fäden mit den subepithelialen Ganglienzellen in Verbindung stehen sollen. Chapeaux behauptet, dass oft mehrere Nesselzellen mit einer und derselben Ganglienzelle solcherart verbunden seien und bildet (1892, Taf. 22 Fig. 5) eine derartige Gruppe ab. „Le cnidoblaste est donc un élément périphérique“, sagt er, „en rapport avec les cellules nerveuses“. Bei *Actinia equina* und *Anemonia sulcalta* hat er — an Tentakelquerschnitten — ebenfalls diesen Zusammenhang nachgewiesen. Besonders verlässlich scheinen diese Angaben jedoch nicht zu sein. Nach Schneider (1892) ist der Nesselzellenstiel bei *Pennaria* mit der Stützlamelle fest verwachsen, was besonders bei den großkapsligen deutlich hervortritt. Der Stiel wird hier von Plasma umgeben und ist nicht muskulös. Viel dicker, und basal in mehrere Fortsätze aufgelöst, sind die Stiele der Nesselzellen in den Tentakeln von *Carmarina hastata*. Diese, meint Schneider, könnten wohl muskulös sein. Nach Goto (1895) wären die jungen Nesselzellen der *Physalia*-Siphonen durch Plasmaausläufer miteinander verbunden. Nach einem Zusammenhang zwischen Nessel- und Ganglienzellen hat Iwanzoff (1896 a) vergebens gesucht. Im allgemeinen soll nach diesem Autor der Nesselzellenstiel bei den Hydroiden stärker als bei den Actinien sein. Er ist nicht muskulös und stimmt substantiell mit der Stützlamelle überein.

In dieser Hinsicht stellt sich also Iwanzoff auf die Seite Hamann's und widerspricht den Anschauungen von Chun, Bedot, Murbach und zum Teil auch Schneider. Gleichwohl hat auch Iwanzoff (1896 a) zuweilen körnig-plasmatische oder (bei *Apolemia uvaria*) längsgestreifte, basale Nesselzellenausläufer gesehen. In Bezug auf das Heranreichen des Stützstieles bis an die Kapsel — sein Durchdringen des basalen Teiles des Plasmamantels — bei *Pennaria cavelinii* bestätigt Iwanzoff (1896 a) die Angaben Schneider's (s. o.) Gar nicht selten, so namentlich bei den Nesselzellen der Siphonophoren-Fangfäden, fehlt der Stiel ganz. Verzweigte Stiele hat Iwanzoff bei Actinien angetroffen. Mehrere (bis zu sieben) Proximalfortsätze von abgeplattet bandförmiger Gestalt, welche eine Längsstreifung aufweisen und oft terminal zerschliessen sind, hat er an den Nesselzellen von *Carmarina hastata* beobachtet. Diese Fortsätze gehen meist von der Seite, nicht vom unteren Ende, der Nesselzelle ab, was Iwanzoff damit erklärt, dass der Cnidoblast samt der Kapsel tangential im Subepithel liegt ehe er an die Oberfläche gelangt. Warum aber, wenn das so ist, die Stiele der einstieligen Nesselzellen, die in der Jugend doch auch tangential liegen, nicht ebenfalls von der Seite abgehen, sagt Iwanzoff nicht. Auch die von mir (1888) in der Schirmgallerte von *Crambressa* aufgefundenen Nesselzellen haben mehrere, zuweilen ziemlich viele Fortsätze.

Bekanntlich haben seiner Zeit Bedot und Chun eine Querstreifung des Stiels beziehungsweise Mantels bei gewissen Siphonophoren-Nesselzellen beschrieben. Murbach (1893, 1894) hat nun erkannt, dass — bei *Velilla* — diese Erscheinung nicht auf einer wahren Querstreifung sondern auf dem Vorhandensein einer engen Spirale beruht, welche den Mantel durchzieht und sich im Stiele nach unten fortsetzt. Am deutlichsten ist die spirale Natur dieser Bildung an den langgestielten, kleinkapsligen Nesselzellen von *Physalia* zu sehen. Murbach hält die Spirale für einen glatten, den Stiel umwickelnden Muskelfaden, und vergleicht ihn dem Stiele der Ctenophoren-Klebzellen. Spiralig gebogene Stiele hat Viguier (1890) an den Nesselzellen der *Tetraplatia volitans* beobachtet. Iwanzoff (1896 a) hat ganz sicher nachgewiesen, dass bei *Velilla* ein feiner Spiralfaden von dem, im Mantel enthaltenen Fadenknäul durch den Nesselzellenstiel zur Stützlamelle herabzieht um sich an diese anzuheften. Zuweilen findet man — etwas derartiges hat auch Bedot (1896) gesehen — im Stiele eine glänzende Anschwellung dieses Fadens. Der Faden ist vollkommen homogen und nicht muskulös. Iwanzoff hält ihn für eine — nach Anheftung der explodierten Nesselkapsel an die Beute — wie eine elastische Angelschnur wirkende Harpunenleine, welche der *Velilla* einen teilweisen Ersatz für die fehlenden Tentakel bieten soll.

Ueber besondere Ausbildungsformen der Nesselzellenstiele liegen folgende Angaben vor: Allman (1888) sagt, dass an den Enden der vier Mundrohrlappen der Meduse von *Podocoryne carnea* je ein Büschel von „non-contractile filaments“ sitzt, von denen jedes an seinem Ende eine Nesselzelle trägt. Nach Chun (1891) durchziehen zwei Fasern, die er für Längsmuskeln hält, den Endfaden von *Stephanophyes superba* der ganzen Länge nach. An diesen sitzen einseitig fiederartige, abwechselnd kürzere und längere Zweige, welche die Nesselzellen tragen: die kürzeren, diejenigen mit stabförmig - cylindrischen, die längeren, diejenigen mit birnförmigen Kapseln. In den Nesselknöpfen sind die Stiele an die gefensterte Membran geheftet. Bei *Forskalea* löst sich nach Schneider (1892) die Stützlamelle des Nesselknopfes in ein Büschel von Stützfasern auf, denen seitlich die Nesselkapseln aufsitzen. Zuweilen ist an diesen Stützfasern eine zickzackförmige Krümmung bemerkbar.

6. Die Kapsel.

Ueber die Form und die Größe der Nesselkapseln liegen zahlreiche Detail-Ausgaben von Nussbaum (1887), Bedot (1888), Schneider (1890), Murbach (1894), Iwanzoff (1896a) u. a. vor. Antipa (1893) hat bei seiner *Capria sturdzii* flaschenförmige Kapseln gefunden. Nach Hickson (1895) sind die (nach Essigsäurebehandlung) abgeschossenen Kapseln von *Alcyonium digitatum* 0.015 mm lang; ruhend sollen sie nicht so groß sein. Nach Iwanzoff (1896a) sind die Nesselkapseln der Scyphomedusen rundlich und klein. Sehr große 1.12 mm lange und 0.12 mm breite Kapseln fand dieser Autor bei *Halistemma rubrum*.

Was die Kapselwand anbelangt, so hat Iwanzoff (1896a) gefunden, dass sie bei den Nematocysten stets viel stärker als bei den Spirocysten ist. Allman (1888), Schneider (1890, 1892), Chapeaux (1892), Murbach (1894) und Iwanzoff (1896a) geben gleichlautend an, dass sie aus zwei über einander liegenden Membranen zusammengesetzt ist. Allman (1888) schildert die äußere Kapselwandschicht als dick und stark, die innere dagegen als zart. Schneider (1890) giebt an, dass sich die äußere Schicht bei den *Hydra*-Nesselzellen nicht über den vorderen (Entladungs-)Pol erstrecke: dort bilde die innere Schichte allein die Kapselwand. Ferner soll nach diesem Autor (1892) bei gewissen Nesselzellen von *Forskalea contorta*, denen der Mantel fehlt, sowie überhaupt bei allen mantellosen Nesselzellen, die äußere Kapselmembran selber kontraktile, muskulös, sein. Nach Murbach (1894) soll die Innenschicht sehr zart und fest mit der äußeren, dickeren Schichte verwachsen sein. Wie schon Schneider angegeben, ist die letztere am Entladungspole unterbrochen. Nach Iwanzoff (1896a) soll dem entgegen die äußere Kapselwandschicht dünner und stärker lichtbrechend als die innere, und die letztere —

wir kommen unten hierauf zurück — für Wasser absolut undurchlässig sein. Gegen Reagentien ist die Kapselwand nach Iwanzoff (1896 a) sehr resistent; selbst konzentrierte Schwefelsäure greift sie nur langsam an. Iwanzoff glaubt, dass sie aus Chitin bestehe.

7. Der Faden.

Jede wahre Nesselzelle hat einen Faden, welcher beim Schusse ausgestoßen wird. Die Behauptung der Brüder Hertwig, dass es auch fadenlose Nesselzellen (bei Actinien) gebe, ist von Béranek (1888) widerlegt worden. Die Bildungen, welche Nussbaum (1887) als „abortive Nesselzellen“ (bei *Hydra*) beschreibt, und die auch von andren Autoren gefunden worden sind, haben allerdings keinen Faden; sie sind aber auch keine Nesselzellen im wahren Sinne des Wortes. Der Faden der Nematocysten ist stets hohl, dagegen soll nach der Meinung einiger Autoren der Faden der Spirocysten solid sein.

Während Schneider (1890) und Murbach (1894) behauptet haben, dass bei den Nematocysten der Faden eine Fortsetzung der inneren Kapselwandschicht sei, stellt Iwanzoff (1896 a) die Ansicht auf, dass er mit der äußeren Kapselwandschicht im Zusammenhang stehe; beim *Cerianthus* sollen nach diesem Autor jedoch beide Kapselwandschichten an dem Aufbaue des Fadens teilnehmen.

Bourne (1887) hat an der Spitze des (vermutlich erst teilweise) hervorgeschnossenen Fadens bei *Euphyllia glabrescens* eine Lanzen spitzen-ähnliche Armatur beobachtet. Nussbaum (1887) unterscheidet an dem abgeschnossenen Faden der großkapsligen *Hydra*-Nesselzelle basal eine zarte, glatte, weite Röhre von halber Kapsellänge; dann einen kleinen Kegel von viertel Kapsellänge, dessen Basis drei große, nach rückwärts gerichtete Dornen entragen und der weiterhin mit kleinen, kurzen Borsten besetzt ist; und endlich einen dünnen Endfaden von 14—15 facher Kapsellänge. Bei den kleinkapsligen Nesselzellen ist der Faden dicker, kürzer und gerade, bei den großkapsligen länger und korkzieherartig gewunden. Nach Béranek (1888) ist der Faden der scheinbar fadenlosen Kapseln der Actinien dornenlos. Jener der andren Kapseln zeichnet sich nach diesem Autor durch eine sehr bedeutende Länge aus. Der Faden der kleinkapsligen Nesselzellen von *Agalma clausii*, dessen Basalstück nicht deutlich abgesetzt ist, soll nach Bedot (1888) nur eine Spirale von Knöpfchen tragen. Der abgeschnossene Faden der großkapsligen Nesselzellen dieser Art hat ein weites, fein quergestreiftes, deutlich abgesetztes, mit Büscheln langer schlanker, nach verschiedenen Richtungen abgehender Haare besetztes Basalstück und einen Endfaden, an dem drei Spiralreihen nach rückwärts gerichteter, kleiner Dörnchen zu erkennen sind. Haeckel (1888) zeichnet einen abgeschnossenen Nesselfaden von *Stephalia corona* mit nach außen gerichteten starken Dornen am Ende

des glatten Basalstückes und einer doppelten Dorn-Spirale am Endfaden. Ich (1888) habe gefunden, dass sich das Basalstück des Nesselfadens bei *Crambessa* und *Pseudorhiza* plötzlich, bei *Phyllorhiza* aber allmählich zum Endfaden verdünnt. Nach Danielssen (1889) haben die Fäden der Nesselzellen von *Cerianthus borealis* ein Stilet mit nach rückwärts gerichteten Dornen. Agassiz (1889) stellt den hervorgeschosstenen Faden der Nematocysten von *Astrangia danae* zum Teil mit spindelförmigem Basalstück, zum Teil ohne solches dar. Bei einigen umgibt eine einfache, bei andren eine doppelte Spirale von Dörnchen das Basalstück, bei noch andren ist es ganz dornenlos. Bei einigen reicht die Dornenspirale über den Endfaden hinauf, bei andren ist dieser ganz glatt. Nach Viguier (1890) sind die Nesselfäden der *Tetraplatia volitans* ganz glatt und außerordentlich lang. Schneider (1890) giebt folgende Maße für die Fäden der verschiedenen Nesselzellen von *Hydra fusca*: Nesselzellen mit großen ovalen Kapseln, Faden 0.27 mm lang und 0.001 mm dick; Nesselzellen mit großen zylindrischen Kapseln, Faden 0.15 mm lang und 0.0012 mm dick; Nesselzellen mit kleinen ovalen Kapseln, Faden 0.02 mm lang und 0.001 mm dick; endlich Nesselzellen mit kleinen zylindrischen Kapseln, Faden 0.015 bis 0.02 mm lang und 0.013 mm dick. Die Fäden der ersteren sind nach dem Schusse korkzieherartig gewunden, die Fäden der letzteren gerade. Basal trägt jeder Faden drei nach rückwärts gerichtete Dornen, während sein Endteil mit Spiralen von Dörnchen ausgestattet ist. Die letzteren treten namentlich an den Fäden der kleinkapsligen Nesselzellen deutlich hervor. Eine besonders große Dehnbarkeit hat Schneider (1892) bei den Fadenschläuchen der *Carmarina hastata* konstatiert. Spiraltouren von Dörnchen sind auch von Zojá (1893) an den Nesselfäden von *Umbrellaria aloysii* beobachtet worden. Schneider (1894) giebt an, dass allgemein drei Dornenspiraltouren an den Fäden der Nematocysten vorkommen. Nach Murbach (1894) sind die Fäden der Nesselzellen mit kugligen, sowie auch jene mit kleinen zylindrischen Kapseln, bei den Siphonophoren, mit drei Dörnchen-besetzten, spiraligen Längsrippen ausgestattet, welche nur die Fadenbasis frei lassen. Dagegen ist der Faden der Nesselzellen mit ovalen Kapseln bei *Hydra* und den Siphonophoren ähnlich, wie früher Nussbaum (1887) angegeben, aus drei Abschnitten zusammengesetzt: dem weiten Basalstück, einem konischen Zwischenstück und dem geißelförmigen Endfaden. Doch, wo das Basalstück in das Zwischenstück übergeht, sitzen drei große (am eingestülpten Faden) nach rückwärts gerichtete Dornen. Bei den Siphonophoren-Nesselzellen mit großen, zylindrischen und spindelförmigen Kapseln ist dagegen die distale Hälfte des Basalstückes, des aus den gleichen drei Abschnitten zusammengesetzten Fadens, dicht mit großen, senkrecht abstehenden oder nach hinten gerichteten Borsten besetzt. Nach Hickson (1895)

ist der Nesselfaden von *Alcyonium digitatum* lang, gebrechlich und dornenlos.

Grenacher (1895) bestätigt die Angaben Schneiders (1890) über den Bau der *Hydra*-Nesselfäden. Er meint, dass die am Endfaden erkennbaren Spiraltouren Reihen von Dörnchen vorstellen, die man aber wegen ihrer Kleinheit nicht als solche unterscheiden kann. Iwanzoff (1896a) hat, ebenso wie früher Schneider (s. o.) eine große Dehnbarkeit des Fadenschlauches (beim *Cerianthus*) nachweisen können. Die Nesselfäden der Actinien tragen nach diesem Autor am dickeren Basalstücke drei Dornenspiralen, welche sich in die drei Spiralrippen des dünnen Endteiles fortsetzen. Der Faden der großkapsligen Nesselzellen von *Caryophyllia cyathus* erreicht eine Länge von 0.7 mm. 0.132 mm davon entfallen auf das behaarte Basalstück. Das Basalstück ist am Grunde 0.005, und in der Mitte 0.006 mm; der Endfaden am Grunde 0.004 und am Distalende 0.003 mm dick. Die Nesselfäden der Hydroiden haben drei sehr starke Basaldornen. Bei den Anthozoen werden solche nicht angetroffen. Der Endfaden soll bei *Tubularia larynx* ganz glatt und dornenlos sein. Die Fäden der großkapsligen Nesselzellen von *Carmarina hastata* haben ein distal keulenförmig verbreiteretes 0.03 mm langes Basalstück, ein konisches Zwischenstück und einen Endfaden, der etwas mehr als halb so dick, wie das Basalstück ist. Die Gesamtlänge des Fadens beträgt 0.5 mm; der untere Teil des Basalstückes ist glatt, am oberen sieht man drei Dornenspiralen, welche sich in die drei Rippen des dreikantigen Endfadens fortsetzen. Sehr reich an verschiedenen Fadenformen sind nach Iwanzoff (1896a) die Siphonophoren. Bei *Apolemia uvaria* werden nicht weniger als vier angetroffen: Fäden mit breitem, in der Mitte leicht sanduhrförmig eingeschnürtem, lange Dornen tragendem Basalstück und dünnem Endfaden; Fäden mit weitem, drei Spiralen, sehr kurzer Dornen tragendem Basalstück, welches diesen Dornenspiralen entlang eingeschnürt erscheint, und dünnem Endfaden; Fäden, welche kein weiteres Basalstück, dafür aber im proximalen Teile zwei spindelförmige Verdickungen aufweisen; und endlich Fäden, welche ziemlich stark sind und weder ein dickeres Basalstück noch Anschwellungen besitzen. Bei *Agalma* werden außer gewöhnlichen Nesselfäden mit Basalstück und langem Endfaden, von denen drei Arten vorhanden sind, auch solche angetroffen, bei denen der Endfaden zu einem ganz kleinen, dünnen, einer Kralle ähnlichem Gebilde reduziert erscheint, welches dem ungemein großen und breiten Basalstücke terminal aufsitzt. Bei *Praya* erreicht der Faden der großkapsligen Nesselzellen eine Länge von $3\frac{1}{2}$ mm; sein Basalstück ist nicht dicker wie sein Endteil, wohl aber sind die Dornen des ersten länger als die Dornen des letzteren. An den Fäden der großkapsligen Nesselzellen von *Halistemma rubrum* hat Iwanzoff drei gerade Längsreihen sehr

starker, krallenartig zurückgebogener Dornen beobachtet. Die Fäden der großkapsligen Nesselzellen von *Velella* haben drei starke Basaldornen. Auch bei einigen Scyphomedusen-Nesselfäden hat dieser Autor drei Spiralreihen von Dörnchen aufgefunden, welche zuweilen bis gegen das Ende des terminal nur wenig verdünnten Fadens verfolgt werden können. Bei *Cotylorhiza* scheint der Endteil des Fadens jedoch glatt zu sein.

Während der Nematocystenfaden nach dem Schusse nie eingerollt ist, findet Agassiz (1889) den ausgestoßenen Spirocystenfaden bei *Astrangia danae* nicht selten gerade so in einer engen Spirale zusammengewunden, wie in ruhendem Zustande in der Kapsel. Der Spirocystenfaden ist nach Iwanzoff (1896 a) stark tingierbar, namentlich gelbliebend, und immer ganz glatt und dornenlos. Abgeschossen erscheint er am Ende leicht stecknadelkopfartig verdickt.

Während Murbach (1894) angiebt, dass der schlauchförmige Nematocystenfaden terminal immer vollkommen geschlossen ist, behauptet Viguier (1890) am Nesselfaden der *Tetraplatia volitans* eine Terminalöffnung beobachtet zu haben. Auch Iwanzoff (1896 a) ist der Ansicht, dass die Nematocystenfäden terminal offen sein könnten.

Was nun die Art der Aufrollung des Fadens innerhalb der Kapsel anbelangt, so hat Nussbaum (1887) angegeben, dass bei *Hydra* das Basalstück in der Kapselaxe herabhängt, dass sich die drei großen Dornen am Grunde dieses, auch als Axenstück bezeichneten Fadenbasalstückes zu einem dolchartigen Gebilde zusammenlegen und dass der Endfaden basal in Längswindungen, dann weiterhin in Querwindungen angeordnet, nahe dem Entladungspole der Kapsel endet. Nach Bedot (1888) ist der Endteil des Fadens der großkapsligen Nematocysten von *Agalma clausii* unregelmäßig um das amphoraartige Basal-(Axen-)Stück aufgerollt. Nach Agassiz (1889) bildet der Faden in den Spirocysten der *Astrangia danae* eine einfache, regelmäßige und sehr enge Spirale. Nach Schneider (1890) ist die Art der Aufrollung des Fadens in den verschiedenen Nesselzellenformen der *Hydra* verschieden. Murbach (1894) schließt sich in Bezug auf die Anordnung des Fadens in der Kapsel an jene Meinung von Möbius an, nach welcher der Anfangsteil des Nematocystenendfadens eine Strecke weit in das Basalstück hineinragt, so dass die Schlauchbasis dreifach erscheint. Das Endstück soll bei Nesselfäden mit Basalstück hauptsächlich in Querschlingen angeordnet sein.

Dieser Möbius'schen, nun von Murbach neuerdings ausgesprochenen Ansicht tritt Iwanzoff (1896 a) entgegen. Er leugnet das Vorkommen einer derartigen dreifachen Ineinanderschachtlung der Fäden mit Basalstück und zeigt, dass — wenigstens bei den großkapsligen *Agalma*-Nesselzellen und auch bei jenen von *Aiptasia* — nur das kurze, konische Zwischenstück in das Basalstück hineingeschoben ist. An

dem Basalstück des in der Kapsel eingeschlossenen Fadens der großkapsligen *Agalma*-Nesselzellen hat Iwanzoff (1896a) drei vortretende Spiralrippen beobachtet. Er nimmt an, dass der eingerollte Nemato-cysten-Schlauchfaden transversal so stark zusammengezogen ist, dass er entweder nur ein sehr enges, oder (bei Actinien) gar kein Lumen besitzt.

8. Der amorphe Kapselinhalt.

Die Nesselkapsel ist bekanntlich von einer durchsichtigen und farblosen Substanz ausgefüllt, in welcher der Faden schwimmt. Bei *Hydra* ist diese Substanz nach Nussbaum (1897) tingierbar, jedoch nur so lange der Faden nicht ausgestossen ist: beim Schusse verliert sie die Tingierbarkeit. Bloß bei den kleinkapsligen Nesselzellen (der dritten Art) soll auch nach dem Schusse Osmiumsäure eine Schwärzung des Kapselinhaltes bewirken. Nach Danielssen (1889) soll der Kapselinhalt der Nesselzellen von *Cerianthus borealis* nicht homogen, sondern feinkörnig sein. Für den Nesselkapselinhalt bei *Hydra fusca* behauptet Schneider (1890) dagegen die Homogenität. Nach Antipa (1893) erscheint der Inhalt einiger der Nesselkapseln von *Capria sturdzii* — wohl in Folge von Reagentienwirkung — schwarz. Murbach (1894) ist der Ansicht, dass der Inhalt des, in sich umgestülpten, schlauchförmigen Fadens der Nematocysten klebrig und giftig, die außerhalb des Fadens befindliche Substanz aber nur eine einfache, bloß hydrostatisch wirkende Flüssigkeit sei. Ich möchte mir erlauben hiezu zu bemerken, dass diese Auffassung der früher von mir aufgestellten vollkommen entspricht, was Murbach jedoch zu sagen unterlassen hat. Grenacher (1895) giebt an, dass der Kapselinhalt der *Hydra*-Nesselzellen mit Wasser mischbar sei. Nach Iwanzoff (1896a) ist der Kapselinhalt der Nematocysten eine, mit Anilinfarben tingierbare, gelatinöse und giftige, brennend-ätzend wirkende, ungemein hygroskopische Substanz, welche mit Wasser in Berührung gebracht, plötzlich explosiv, sehr stark aufquillt. Zuweilen sind dichtere (stärker tingierte) Klumpen in dieser Kapselfüllmasse zu unterscheiden. Im Inneren des, in sich selbst zurückgestülpten, schlauchförmigen Fadens soll nichts von dieser Substanz enthalten sein. Bei den Spirocysten, bei denen, wie oben erwähnt, Kapsel und Faden tingierbar sind, bleibt der Kapselinhalt stets ungefärbt.

9. Vorkommen und Anordnung der Nesselzellen.

Von den beiden Hauptarten der Nesselzellen, den Nematocysten und den Spirocysten kommen nach Iwanzoff (1896a) die ersteren bei allen Cnidariern, die letzteren aber nur bei den Anthozoen vor.

Hydra hat bekanntlich drei Arten von Nesselzellen: 1. mit großen ovalen; 2. mit großen cylindrischen; und 3. mit kleinen ovalen Kapseln. Nach Nussbaum (1887) sind die Kapseln der ersteren bei *H.*

grisea 0.02 mm lang und 0.015 mm dick, bei *H. viridis* 0.01 mm lang und 0.007 mm dick und bei *H. fusca* 0.013 mm lang und 0.007 mm dick. Diese Dimensionen sollen aber beträchtlichen Schwankungen unterworfen sein. Nach Schneider (1890) sind bei *H. fusca* die Kapseln der beiden großkapsligen Nesselzellenarten (1 und 2) 0.01 bis 0.015 mm lang, die kleinen ovalen Kapseln der dritten Art 0.005 mm. Nach Nussbaum (1887) kommen bei *Hydra* Nesselzellen in allen Teilen des Ektoderms mit Ausnahme der Fußscheibe vor. Entodermale Nesselzellen giebt es nicht; die Kapseln, die man im Entoderm findet hält Nussbaum, im Einklange mit den Angaben früherer Autoren, für ektodermale, verschluckte. An den Tentakeln kommen auf jedes Muskelfeld ein bis zwei große (der ersten und zweiten Art) und zwölf oder mehr kleine (der dritten Art). Am Körper sind die letzteren weniger zahlreich. Nach Schneider (1890) bilden auf den Tentakeln der *Hydra fusca* acht oder mehr kleinkapslige Nesselzellen einen kreisförmigen Ring um jede großkapslige. Zumeist liegen die Nesselzellen in den Epithelmuskelzellen und zwar in jeder Epithelmuskelzelle der Umgebung des Mundes ein bis zwei, in jeder Epithelmuskelzelle der Tentakel viel mehr, bis zu zwölf. Diese Art der Lagerung soll die Entladung erleichtern. Zoja (1890) giebt an, dass an den *Hydra*-Tentakeln bis zu zwanzig kleinkapslige Nesselzellen (der dritten Art) jede großkapslige Nesselzelle umstehen. Nach Chapeaux (1892) soll besonders die Tentakelspitze reich an Nesselzellen sein, was dieser Autor, der die Nesselzellen für Sinneszellen hält, mit der größeren Empfindlichkeit der Tentakelspitze in Zusammenhang bringt.

Die, durch ihre eigentümliche Vermehrung mittelst Sacculae Knospung, als sehr eigentümliche Form charakterisierte *Haleremita cumulans* besitzt nach Schaudinn (1894) nur eine Art von Nesselzellen. *Pennaria cavolinii* hat nach Iwanzoff (1896a) drei Nesselzellenarten: groß- und kleinkapslige mit dornigem Faden und einige wenige mit glattem Faden. An den Tentakeln von *Carmarina hastata* finden sich nach Iwanzoff (1896a) Ringe von Nesselzellen mit aufrechten Kapseln, unter denen, im Subepithel, andre, Reservenesselzellen, mit tangential orientierten Kapseln liegen.

Nach Viguier (1890) kommen bei *Tetraplatia volitans* zwei Nesselzellenarten vor: solche mit kleinen rundlichen und solche mit größeren, rundlichen oder ovalen Kapseln. Die ersten finden sich an allen Teilen der Oberfläche, selbst auf der Oberseite der „Flügel“. Die letzteren sind nur „sur les bourrelets longitudinaux“ zahlreich. Die Nesselzellen stehen zwischen den Epithelzellen, von denen jede mehrere halbkreisförmige Ausschnitte für die Nesselzellen an ihrem Rande hat. Chun (1891) giebt eine sehr detaillierte Beschreibung der Nesselzellen der *Stephanophyes superba*. Am Bande finden sich sieben Längsreihen von Nesselzellen. Die Kapseln jeder Reihe alternieren

mit den Kapseln der Nachbarreihe. Im Ganzen sind im Nesselknopfe etwa 1000 kommaförmige, 0.045 mm lange Batteriekapseln; 44 seitliche, 0.12 mm lange, stabförmige Hauptkapseln; 120 langgestielte, 0.02 mm lange birnförmige Kapseln; und einige 100 kleine, stabförmige 0.022 mm lange Kapseln: Summa summarum etwa 1700 Nesselkapseln vorhanden. Der Nesselknopf von *Ersaea picta* ist nach Chun (1892) jenem von *Stephanophyes superba* ähnlich, enthält aber jederseits bloß 3, selten 4 oder 5 große Hauptkapseln. Schneider (1892) giebt an, dass im Nesselknopfe von *Forskalea contorta* lange schlanke, und dicke kurze Nesselkapseln vorkommen; am Endfaden die ersteren allein. Während die kurzen, dicken normal liegen, sollen umgekehrt die schlanken langen dem Faden mit dem Entladungspole aufsitzen. Nach Bedot (1888) finden sich im Nesselknopfe von *Agalma clausii* 20—50 große Hauptkapseln. Sie stehen dicht gedrängt und sind mit dem Entladungspole dem Bande angeheftet, was aber ihr Spiel nicht beeinträchtigen soll. Nach Iwanzoff (1896 a) hat *Agalma* fünf verschiedene Arten von Nesselzellen: solche mit kleinen, kugligen Kapseln und langem geraden Faden; solche mit großen birnförmigen Kapseln und gewundenem Faden; solche mit mittelgroßen, kugligen Kapseln und sehr kurzem Faden, welcher größtenteils aus dem Basalstücke besteht; solche mit gebogenen, zylindrischen Kapseln und gewundenem Faden; und endlich solche mit großen, geraden, dickovalen Kapseln. Bei *Apolemia uvaria* unterscheidet derselbe Autor vier Nesselzellenarten: solche mit großen, kurzovalen Kapseln und sanduhrförmig eingeschnürtem Faden-Basalstück; solche mit länglichovalen Kapseln und spiralzylindrischem Faden-Basalstück; solche mit länglichovalen Kapseln und einem an mehreren Stellen verdickten Faden; und endlich solche mit kleinen kugligen Kapseln und Verdickungslosem Faden. Ferner behauptet er, dass die Nesselkapseln in den Fangfäden von *Halistemma*, nicht wie Korotneff angegeben hatte mit dem Entladungspole, sondern gerade so wie alle andren, normal mit dem Hinterende angeheftet seien. Sie sind jedoch nicht senkrecht, sondern schief orientiert. *Velella* hat nach Iwanzoff (1896 a) zwei Nesselzellenarten: solche mit kleinen, ovalen Kapseln (diese sind selten); und solche mit größeren Kapseln von verschiedenen Dimensionen.

Die Nesselzellen der Scyphomedusen haben nach Iwanzoff (1896 a) rundliche und kleine Kapseln. Im Inneren der Schirmgallerte sind von mir (1888) bei *Crambessa mosaica* Nesselzellen aufgefunden worden. Antipa (1893) hat bei *Capria sturdzii* im Inneren eines jeden Randlappens Hohlräume aufgefunden, in denen zahlreiche Nesselzellen vorkommen. Diese, mit der Außenwelt nicht in Verbindung stehende Nesselhöhlen sind als Ektodermeinstülpungen aufzufassen.

Bourne (1887) giebt an, dass in den Stomodeal-Kanälen von *Euphyllia glabrescens* sehr viele Nesselzellen in allen Entwicklungs-

stadien vorkommen. Nach Béranek (1888) sind die sogenannten Randkörper der Actinien nichts andres als Nesselpolster, in denen zwei Nesselzellenarten vorkommen. Die Nesselkapseln dieser Polster sind bei *Actinia equina* größer als die Nesselkapseln der Tentakeln. Nach Danielssen 1889 zeichnet sich *Cerianthus borsalis* durch den Besitz besonders großer Nesselkapseln aus. Nach Agassiz (1889) kommen bei *Astrangia danae* fünf verschiedene Nesselkapselarten vor: dickvale, schlankzylindrische und birnförmige Nematocystkapseln; und schlanke, an einem Ende, oder an beiden Enden zugespitzte Spirocystenkapseln. Bedot (1889) weist nach, dass Spirocysten bei Anthozoen, nicht aber bei Siphonophoren vorkommen. Nach M. Murrich (1890) hat *Cerianthus americanus* zwei Nesselzellenarten. Ihrer großen Variabilität wegen ist es unstatthaft so viele Arten von Nesselzellen, wie Heider u. a. beschrieben haben, zu unterscheiden. Nach Hickson (1895) haben die Nesselzellen des *Alcyonium digitatum* kleine, nur 0.0075 mm lange Kapseln. Sie sind auf die Polypen beschränkt. Nach Iwanzoff (1896a) erreichen die Nesselkapseln von *Caryophyllia* und *Dendrophyllia* eine sehr beträchtliche Größe; bei den Gorgoniden sind sie viel kleiner. Alle Korallenpolypen besitzen sowohl Nematocysten, wie Spirocysten.

Bekanntlich sind auch bei vielen, nicht zu den *Cnidaria* gehörigen Tieren Gebilde gefunden worden, welche den *Cnidaria*-Nesselzellen mehr oder weniger ähneln. Obwohl ich hier, um den ohnedies schon zu bedeutenden Umfang dieses Aufsatzes nicht noch auszudehnen, auf diese, so verschiedenartigen Gebilde nicht näher eingehen will, sei es mir doch gestattet, die folgenden kurzen Bemerkungen über dieselben zu machen. Iwanzoff (1896a) sagt, dass bei der Ctenophore *Euchlora rubra* schlecht entwickelte Nesselkapseln vorkommen. Die von vielen Autoren behauptete Homologie zwischen den Nesselzellen der *Cnidaria* einer-, und den Greif- und Klebezellen der Ctenophoren anderseits scheint ihm sehr zweifelhaft. Die den Nesselzellen verglichenen Elemente der Turbellarien stammen vom Parenchym und wandern von hier in die Haut ein. Die Nesselzellen der Dorsalwarzen der Aeoliden ähneln den Nesselzellen der *Cnidaria*, unterscheiden sich von ihnen aber dadurch, dass sie mehr als eine Kapsel enthalten. Nach Bedot (1896) kommen bei *Aeolis farrani* sogar viele Kapseln von verschiedener Größe in einer Nesselzelle vor, welche nicht verschiedene Entwicklungsstadien einer und derselben Kapselform, sondern verschiedene Kapselarten zu sein scheinen. Bei *Coryphella landsburgi* kommen nach diesem Autor in einer Nesselzelle zwei verschiedene Kapselarten vor. Alle diese sind Nematocystenartig. Nur bei *Pleurophyllidia lineata* hat er auch spirocystenartige Bildungen ange troffen. In Bezug auf die älteren Angaben von Troschel und Joubin, nach denen bei *Tremoctopus microstoma* Nesselzellen vorkommen

sollten, bemerkte Bedot (1896), dass das von den genannten Autoren als Organ des Cephalopoden beschriebene Gebilde nichts andres als ein Medusententakelstück wäre, welches der *Tremoctopus* festhält und vielleicht als Waffe benutzt.

(2. Stück folgt.)

Ueber die Histogenese der Kleinhirnrinde. Von Dr. S. Popoff.

Einleitung.

Als wir im Jahre 1892 zur Untersuchung über die Histogenese der Kleinhirnrinde schritten, hatten wir in der Litteratur über diese Frage noch sehr dürftige Daten; im größten Teile der Fälle begegneten wir detaillierten Beobachtungen über die morphologische Entwicklung des Kleinhirns; die Histogenese aber nahm bei einigen Autoren, so zu sagen, nur eine untergeordnete Stellung ein. Lahousse war der Erste, der in seiner großen und umfangreichen Arbeit wie der Morphologie so auch der histogenetischen Entwicklung des Kleinhirns die nötige Aufmerksamkeit schenkte. In dem Maße, wie unsere Untersuchungen vorstießen, erschienen über diese Frage einige sehr wertvolle Arbeiten, unter denen nur die aus dem anatomischen Institute in Zürich erschienene Arbeit Alfred Schaper's ein abgerundetes Ganze vorstellte; man kann noch hierher die weniger ausführliche Arbeit Stefanī's und Bellogni's über die Histogenese der Kleinhirnrinde der Vögel rechnen. Die anderen Arbeiten, wie Ramon y Cajal's, Ernst Lugaro's, Retzius, van Gehuchten's u. A. berührten gewöhnlich histogenetische Erscheinungen des einen oder des anderen Teiles der Rinde, in einem oder zwei nacheinanderfolgenden Perioden, in den Grenzen vom Momente der Geburt und 1—2 Wochen nach der Geburt der Frucht.

In letzter Zeit wurde allmählich, Dank den kapitalen Arbeiten His', immer mehr und mehr klarer die Lehre von der primären Nervenzelle (Neuroblast), von der primären Nervenfaser u. s. w. Es ist selbstverständlich, dass das Interesse für embryologische Untersuchungen besonders wuchs, als eine ganze Reihe wundervoller Arbeiten auf eine glänzende Weise die Grundsätze der neuen Lehre His' bestätigten.

Andererseits bereicherten sich unsere Kenntnisse bedeutend, Dank der Methode Golgi's, und in einigen Fällen änderten sich unsere Ansichten über die anatomische Form der erwachsenen Nervenzelle und ihrer Adnexa, über den Bau ganzer Abschnitte des centralen Nervensystems; die Lehre von der gegenseitigen Beziehung der Zellen zu einander fasste immer mehr und mehr festen Fuß, — mit einem Worte die Erfindungen, die durch diese Methode, wie z. B. von Ramon y

Biologisches Centralblatt.

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. in Erlangen

Prof. in München

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2—4 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XVII. Band.

15. Juli 1897.

Nr. 14.

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

Die Nesselzellen der *Cnidaria*.

Von R. v. Lendenfeld.

(Zweites Stück und Schluss.)

III. Entwicklungsgeschichte.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

IV. Physiologie.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

V. Schlussbetrachtung.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Ueber die Histogenese der Kleinhirnrinde.

Von Dr. S. Popoff.

(Zweites Stück.)

Katzen-Embryo von 8 cm Länge.

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

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