

Trembley's Umkehrungsversuche an Hydra nach neuen Versuchen erklärt

von

Dr. C. Ischikawa (Rigakushi) aus Tokyo, Japan.

Mit Tafel XVIII—XX und 4 Holzschnitten.

Vorwort.

Bekanntlich war TREMBLEY der Erste, der Umkehrungsversuche an Hydra anstellte und zu dem interessanten Resultat kam, dass ein umgestülptes Thier in seinem neuen Zustande fortleben könne, indem die ursprüngliche Außenseite zur Innenseite werde, und umgekehrt. Viele Forscher wiederholten später diese merkwürdigen Experimente, aber sie kamen alle zu dem Resultate, dass ein umgestülptes Thier, wenn es nicht wieder in seine ursprüngliche Lage zurückkehren könne, zu Grunde gehe. So wurden die Umkehrungsversuche TREMBLEY's allgemein als nicht richtig gedeutet angesehen, bis vor zwei Jahren NUSSBAUM¹ dieselben wiederholte und sie wenigstens nach ihrem Gesamtergebnis bestätigte. Nach seiner Untersuchung sollte in der That ein solches Thier weiter leben können ohne sich wie ein umgestülpter Handschuhfinger wieder umzukrempeln; aber freilich sollte statt dessen eine Art heimlicher Zurückkrepelung eintreten, indem die ins Innere des Thieres künstlich versetzten Ektodermzellen durch die Einstülpungsöffnung und die beiden Stichwunden, die von dem durchgezogenen Silberdraht herrührten, herauskriechen und sich außerhalb des Entoderms wieder zu einem neuen Ektoderm zusammenlagern sollten. NUSSBAUM bestätigte also nur den allgemeinen Erfolg des TREMBLEY'schen Versuchs, nicht aber den Schluss, den man aus ihm gezogen hatte, dass nämlich das Ektoderm zum Entoderm werden könne und umgekehrt.

¹ M. NUSSBAUM, Über die Theilbarkeit der lebendigen Materie. II. Mittheilung. Beiträge zur Naturgeschichte des Genus Hydra. Archiv für mikr. Anat. Bd. XXIX.

In Bezug auf diesen letzteren Schluss mussten ja die NUSSBAUMSchen Angaben durchaus befriedigend erscheinen, denn es dürfte wohl im Voraus als sehr unwahrscheinlich angesehen werden, dass Entodermzellen die Funktion von Ektodermzellen je übernehmen können und umgekehrt, ob aber die weitere Angabe des Herauskriechens der Ektodermzellen und ihrer Anordnung zu einem neuen Ektoderm nicht doch andererseits diesen Zellen eine etwas allzu große Selbständigkeit und Einsicht zumutheten, das war eine andere Frage, deren Beantwortung durch neue Experimente zu versuchen wohl der Mühe werth schien. Ich kam desshalb mit Freuden der Aufforderung meines hochverehrten Lehrers, Herrn Geheimrath WEISMANN, nach, genauer zu kontrolliren, ob die Thatsachen sich wirklich so verhalten wie NUSSBAUM beobachtet zu haben glaubte.

Schon früher, als ich noch in Tokyo studirte, hatte ich dort allerlei Versuche mit Hydra gemacht, und auch der Umkehrungsversuch war mir öfters gelungen. Ich nahm nun diese Versuche von Neuem auf und habe in der nachfolgenden Arbeit die Resultate zusammengestellt, zu welchen ich gekommen bin. Mit den Umstülpungsversuchen hing noch eine andere ebenfalls interessante Frage zusammen, nämlich die der histologischen Ursache der Regeneration. Schon RÖSEL¹ giebt in seinen Insektenbüchern an, dass ein Theilstück von einem Hydratentakel zu einem vollständigen Thier sich regeneriren könne. ENGELMANN² wiederholte die Versuche und bestätigte sie. W. MARSHALL³ stimmt mit diesen beiden Forschern überein, und fügte hinzu, dass ein abgeschnittenes Tentakelstück sehr bald oder fast unmittelbar nach dem Schnitte eine gestreckte ovale Gestalt einnimmt, und sich festsetzt »mit dem Pole, der der Schnittfläche entspricht; neue Tentakel und ein Mund bilden sich an der Spitze des ehemaligen Tentakels«. NUSSBAUM⁴ indessen widersprach dem in so fern, als er zu dem Resultate kam, dass an allen solchen abgeschnittenen Tentakelstückchen, die thatsächlich zu einem vollständigen Thier sich herstellen, der Mundrand des Thieres noch vorhanden gewesen sei. Diejenigen Tentakelstücke dagegen, die kein Stückchen von Mundrand mehr besitzen, gehen nach ihm stets zu Grunde. Er glaubt daher, die Tentakelstückchen, die von RÖSEL sowie von ENGELMANN untersucht worden sind, seien alle noch mit Resten des

¹ Insektenbelustigung. III. p. 495.

² Über TREMBLEY'S Umkehrungsversuche an Hydra. Zool. Anzeiger 1878. Nr. 4. p. 77.

³ Über einige Lebenserscheinungen der Süßwasserpolypen und über eine neue Form von Hydra viridis. Diese Zeitschr. Bd. XXXVII. p. 686—687.

⁴ l. c. p. 328—337.

Mundrandes versehen gewesen. Der Gedanke, welcher dieser Behauptung zu Grunde liegt, ist ein rein theoretischer; er nimmt nämlich an, dass die Regeneration eines Hydrakörpers von den sogenannten »Intermedialzellen« ausgehe, diejenigen Zellen, die seiner Auffassung nach einen indifferenten Charakter haben, das heißt also wohl: aus denen noch Alles werden kann. Nur diese Zellen können nach ihm die übrigen fehlenden Gewebstheile eines Hydrakörpers wieder erzeugen, sowohl Ektoderm und Entoderm, als auch die Geschlechtszellen. Da aber nun in den Tentakeln die Intermedialzellen vollständig fehlen, so leitet NUSSBAUM daraus die Unmöglichkeit einer vollständigen Regeneration des Thieres vom Tentakel her ab. Die Regenerationsunfähigkeit eines abgeschnittenen Tentakelstückchens kann nun auch ich nach meinen Erfahrungen bestätigen, möchte sie aber in anderer Weise erklären wie NUSSBAUM. Ob nun die Intermedialzellen im Stande sind alle anderen fehlenden Gewebszellen zu erzeugen, ist eine principiell wichtige Frage, von welcher die Lehre von der Kontinuität des Keimplasmas nahe berührt wird. Die diesbezüglichen Ansichten von NUSSBAUM stützen sich nun nicht etwa auf positive Nachweise, sondern nur auf die Hypothese, dass die Intermedialzellen indifferenten Natur seien. Ich habe versucht mir durch vielfache Beobachtungen und Versuche auch über diesen schwierigen Punkt Aufklärung zu verschaffen und werde die gefundenen Resultate an die vorigen anreihen.

Es ist mir ein herzliches Bedürfnis an dieser Stelle meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Geheimrath WEISMANN, meinen innigen Dank auszusprechen für die Freundlichkeit und das rege Interesse, das er mir und meinen Arbeiten stets entgegenbrachte. Eben so bin ich den Herren Professor Dr. GRUBER und Dr. ZIEGLER zu großem Dank verpflichtet, und sage ich meinem Freund Herrn R. RITTER besten Dank dafür, dass er vorliegende Arbeit durchsah und korrigirte.

Einleitung.

Im Anfange des November 1882 fand ich in einem kleinen steinernen Wasserbehälter des staatlichen Parkes zu Uyeno (Tokyo) eine ungeheure Menge von Hydren. Dieser Behälter war 1 m lang, $\frac{1}{2}$ m breit und 15 cm tief und war ganz gefüllt mit abgefallenen Blättern. Auf den letzteren saßen die Hydren in so großen Mengen, dass ich auf einem Kirschblatt nicht weniger als 40 Individuen zählen konnte. Dieser Umstand veranlasste mich, die Umstülpungsversuche TREMBLEY'S zu wiederholen, und so machte ich im Laufe der Monate December und Januar viele Experimente mit den Thieren. Leider waren meine Versuche damals nicht vollständig, da ich die untersuchten Thiere nicht konti-

nürrlich beobachtete. Diese kontinuierlichen Beobachtungen aber sind, wie ich jetzt erfuhr, bei derartigen Experimenten unbedingt erforderlich, da, wie man gleich sehen wird, die Thiere im Laufe weniger Stunden, ja sogar während einiger Minuten mehrere Male ihre Gestalt ändern können. Beobachtet man daher ein solches Thier nicht ununterbrochen, so kommt man sehr oft zu ganz falschen Schlüssen. So blieben viele Versuche, die ich damals in Japan vornahm, unklar, und ich war damals geneigt TREMBLEY's Auffassung zu theilen, wonach nach der Umstülpung die beiden Zellschichten des Körpers (Ektoderm und Entoderm) mit der Lage auch ihre Funktion dauernd verändern würden. Obgleich ich auch viele Schnitte anfertigte, kam ich leider doch zu keinem befriedigenden Schluss. Im November 1883 wiederholte ich die Umstülpungsversuche, war aber auch nicht glücklicher, denn fast alle Thiere gingen dabei zu Grunde. Ende Oktober des vorigen Jahres nahm ich nun hier in Freiburg meine damaligen Arbeiten wieder auf. Um diese Zeit fand sich eine große Menge von Hydren in einem der Aquarien des Instituts, welche ich nun zu neuen Versuchen benutzte. Zur Umstülpung der Hydren wandte ich folgende Methode an. Ich nahm eine große Hydra und isolirte sie in einem mit Wasser gefüllten Uhrgläschen. Hierauf klebte ich das Thier mit seinem hinteren Ende an die abgerundete Spitze eines schmalen Glasstäbchens fest, worauf ich den vorderen Theil mit den Tentakeln zwischen die Gabel einer gespaltenen Nadel brachte (siehe Fig. I). So konnte ich dann mit Leichtigkeit das Thier umstülpfen. Zum Schluss wurde dann eine Borste



Fig. I.

durch das Thier gesteckt, welche das Zurückstülpfen in die ursprüngliche Lage verhinderte. Die Operation gelingt sehr leicht, und nach einiger Übung kann man eine Hydra in fünf bis sechs Minuten umstülpfen. Dabei ist es nöthig ein Thier zu wählen, dessen Magen keine Daphniaschalen enthält, da die scharfen Kanten derselben die zarten Entodermzellen leicht zerreißen.

Für diese Untersuchungen benutzte ich *Hydra fusca*; welche Art ich in Japan vor mir gehabt, bin ich heute nicht im Stande anzugeben.

Zunächst lasse ich die Beschreibung der wichtigsten von mir angestellten Versuche folgen:

I. Versuche.

1. Versuche über Umstülpung.

Versuch Nr. 1 (Fig. 1, 2, 3). 29. November 1882.

Eine Hydra wurde um 9 Uhr Vormittags umgestülpt. Bei dem Versuche wurde aber unbeabsichtigterweise das hintere Ende des Körpers mit der Spitze des Glasstäbchens durchgerissen. Das Thier zog nun seine Tentakel in die durch die Umstülpung geschaffene Höhle hinein. Am anderen Tage früh um 8 Uhr hatte es aber bereits seinen ganzen Körper aus dem künstlichen Loch hinausgestreckt, und nur die Enden zweier Tentakel blieben zurück. Um 12 Uhr desselben Tages endlich stülpte das Thier sich ganz um, und brachte sich so in seine ursprüngliche und normale Lage zurück. Nur die Spitze eines Tentakels blieb an dem hinteren Ende des Thieres zurück. Nach einiger Zeit war auch das Loch vollständig wieder zugeheilt.

Versuch Nr. 2. 20. Oktober 1888.

Eine Hydra wurde um 5 Uhr 30 Min. Nachmittags umgestülpt. Nach einer halben Stunde klebte das Thier sein hinteres Ende auf dem Boden des Uhrgläschens fest, dann streckte es seine Tentakel aus und heftete die Spitzen derselben ebenfalls am Boden des Gläschens fest. Nach einigen Minuten wurden seine Tentakel immer dicker, und das vordere Ende kehrte sich allmählich um, bis zuletzt der ganze Körper wieder umgestülpt war. Am nächsten Tage war das Thier ganz munter und fraß eine Daphnia.

Versuch Nr. 4. 18. Oktober 1888.

Eine Hydra wurde um 5 Uhr Nachmittags umgestülpt, allein das Entoderm wurde dabei stark verletzt und ein großer Theil desselben weggerissen. Am nächsten Tage war das Thier gestorben.

Versuch Nr. 8 (Fig. 4—13). 20. Oktober 1888.

Eine Hydra wurde um 6 Uhr Nachmittags umgestülpt und mit zwei Borsten derart durchbohrt, dass die eine sich gerade unter dem Tentakelkranz, und die andere in der hinteren Hälfte des Körpers befand; sodann wurde das Thier quer in der Mitte zwischen den zwei Borsten durchgeschnitten. Ich will den vorderen Theil als Nr. 8a, und den hinteren als Nr. 8b bezeichnen.

Nr. 8a. Nach 15 Minuten sind zwei Tentakel aus dem abgeschnittenen Ende herausgetreten (Fig. 5). Um 6 Uhr 30 Min. begann

das abgeschnittene Ende sich nach außen gegen die Borste hin umzukrümmen. Um 6 Uhr 45 Min. war diese Umkrümmung ganz vollendet, und das Thier hatte nun die Gestalt eines kontinuierlichen Ringes angenommen, bei welchem das Ektoderm wieder außen lag, und zwar war das abgeschnittene Ende mit dem Mundrande zusammengewachsen (Fig. 6). Der eine von den zwei Tentakeln, der aus dem abgeschnittenen Ende herausgestreckt worden war, hatte sich wieder in seine ursprüngliche Lage zurückgezogen; am nächsten Morgen um 11 Uhr hatte sich das Thier an der einen Seite von der Borste losgerissen. Am 22. um 10 Uhr war das Thier am hinteren Ende zusammengewachsen und hatte nun die Gestalt einer ganz niedrigen Tasse angenommen, sechs Tentakel stehen rings um den Mund, die Borste steckte noch an einer Seite.

Nr. 8b. Um 6 Uhr 45 Min. hatte sich das abgeschnittene Ende nach außen und hinten gebogen (Fig. 10). Um 8 Uhr hatte das Thier sich von der Borste theilweise befreit, und das ganze Stück hatte eine dreieckige Gestalt angenommen (Fig. 11); später bildete es zwei Vorderenden aus. Am nächsten Tage war der Riss wieder geschlossen, das Thier streckte und verkürzte sich ganz normal, während das eine der Vorderenden noch an der Borste steckte. Am 22. um 10 Uhr war das Thier lang gestreckt, und von der Borste ganz befreit. Abends um 4 Uhr 30 Min. hatten die zwei vorderen Enden Tentakel bekommen.

Versuch Nr. 11. 22. Oktober 1888.

Eine Hydra wurde um 11 Uhr Vormittags umgestülpt und mit einer Borste durchbohrt. An einer Stelle nahe dem hinteren Ende des Körpers war das umgestülpte Entoderm etwas weggerissen. Um 11 Uhr 30 Min. hat sich das Thier am vorderen Ende etwas nach außen und hinten umgebogen. An der Stelle, wo das Entoderm weggerissen war, hatte sich das Ektoderm etwas vorgewölbt. Um 12 Uhr sah man den oberen Theil noch mehr nach hinten umgebogen. Ein Stück des Ektoderms war auch an einer Seite durch die Stichöffnung hervorgepresst worden. Um 5 Uhr Nachmittags war das Thier so sehr umgestaltet, dass man sich nicht mehr orientiren konnte, aber das Ektoderm lag außen und das Entoderm innen.

Versuch Nr. 12. 22. Oktober 1888.

Ein ziemlich großes Exemplar, das ganz mit Daphnienschalen gefüllt war, wurde um 12 Uhr umgestülpt. Der obere Theil des Körpers wurde bei der Umstülpung durch die Daphnienschalen zerrissen. Nach 20 Minuten war der Riss schon zusammengewachsen. Um 1 Uhr sah

man den vorderen Rand des Körpers nach außen und hinten zu bis zu der Borste umgebogen. Aus den beiden Stichöffnungen quoll das Ektoderm hervor. Am nächsten Tage war das Thier ganz zerfallen.

Versuch Nr. 13. 23. Oktober 1888.

Eine Hydra wurde um 11 Uhr 40 Min. umgestülpt und mit einer Borste durchbohrt. Das Thier saß vor der Umstülpung an Spirogyrafäden. Diese Fäden wurden in das Thier hineingezogen, so dass sie nach der Operation im Inneren des Körpers lagen. Gleich nach der Operation suchte das Thier seine normale Lage wieder zu gewinnen, und zwar geschah es in der Weise, dass es sein hinteres Ende in die durch die Umstülpung geschaffene Leibeshöhle einstülpte, und über der Borste herauskam. Nachdem so das Thier diese Lage eingenommen hatte, blieb die Borste noch zwei Tage in dem Körper stecken; während das Thier munter weiter lebte.

Versuch Nr. 14. 23. Oktober 1888.

Eine Hydra wurde um 5 Uhr Nachmittags umgestülpt und mit einer Borste durchbohrt. Um 8 Uhr am nächsten Tage hatte das Thier seine Gestalt vollständig verändert. Das Ektoderm stülpte sich ganz unregelmäßig an verschiedenen Stellen aus dem Körper hervor.

Versuch Nr. 15 (Fig. 14—18). 24. Oktober 1888.

Eine Hydra wurde wie Nr. 13 mit den Spirogyrafäden zusammen um 10 Uhr Vormittags umgestülpt und mit einer Borste durchbohrt. Das Thier suchte sofort mit dem vorderen und hinteren Ende zugleich in die vorige Lage zurückzukehren. Das vordere Ende stülpte sich nach außen und hinten um, und riss an zwei Stellen über der Borste durch, während das hintere Ende sich in die Leibeshöhle einstülpte wie bei Versuch Nr. 12. In Fig. 16 sieht man schon die Spirogyrafäden aus dem Mund herausragen. Diese Vorgänge währten bis gegen 3 Uhr, wo das Thier sich wieder in seiner normalen Lage befand (Fig. 18).

Versuch Nr. 16 (Fig. 19—20). 24. Oktober 1888.

Eine Hydra wurde um 11 Uhr 30 Min. umgestülpt und von vorn nach hinten ein Glasröhrchen durchgesteckt, das so dick war, dass es die Leibeshöhle gerade ausfüllte, danach wurde das Thier auf einem kleinen Korkstücke befestigt. Das Glasröhrchen war nicht genau durch das hintere Ende gegangen, wie auf Fig. 19a zu sehen ist. Am nächsten Morgen früh um 8 Uhr zeigte das Thier die Gestalt, wie in Fig. 20 dargestellt ist. Man sieht hier, dass das Thier scheinbar im Ganzen

seine Gestalt nicht wesentlich verändert hat; zu meinem großen Erstaunen aber lag das Ektoderm außen und das Entoderm innen. Der Fall scheint sich im ersten Augenblick nicht anders deuten zu lassen als in der von NUSSBAUM beschriebenen Weise, dass nämlich ein Herumkriechen des Ektoderms über das Entoderm stattgefunden hat, da die Umwandlung der zwei Schichten im Sinne TREMBLEY's ganz ausgeschlossen ist. Ich wiederholte aber diesen Versuch noch einmal und fand, dass die Sache sich doch anders verhält, wie Versuch Nr. 17 beweisen wird.

Versuch Nr. 17 (Fig. 24—25). 24. Oktober 1888.

Eine Hydra wurde um 12 Uhr eben so behandelt wie die vorhergehende, auch hier war das Glasröhrchen nicht genau durch das Hinterende gegangen. Das Thier bemühte sich sofort wieder zurückzukehren, und zwar von beiden Enden aus. Am vorderen Ende stülpte es sich nach außen und hinten zu um, das hintere Ende aber stülpte sich in die künstlich geschaffene Leibeshöhle hinein, wie man in Fig. 22, 23 u. 24 sieht. Um 4 Uhr 30 Min. Nachmittags war die Umstülpung so weit fortgeschritten, dass die Lücke im Ektoderm fast vollständig geschlossen wurde, wie Fig. 25 zeigt. Um 6 Uhr konservirte ich das Thier. Es wurde nachher von dem Glasröhrchen weggenommen, bei welcher Operation der ganze untere Theil des Thieres mit dem Glasröhrchen weggerissen wurde. Der obere Theil dagegen wurde in Längsschnitte zerlegt, und die Schnittserien zeigen die Verhältnisse noch klarer (Fig. 68).

Versuch Nr. 19 (Fig. 26—30). 25. Oktober 1888.

Eine Hydra mit einer kleinen Knospe wurde um 10 Uhr 30 Min. Vormittags gerade über der Knospe quer durchschnitten. Der obere Theil wurde umgestülpt, hierauf ein Glasröhrchen durch den Körper gesteckt, und das Thier auf einem Korkstücke senkrecht befestigt. Um 11 Uhr 30 Min. fing das obere Ende des Körpers an sich nach außen zu umzustülpen (Fig. 27). Etwas später begann das untere Ende sich ein wenig nach außen und oben zu umzustülpen (Fig. 28). Nach kurzer Zeit jedoch zerfiel dasselbe, während das obere Ende sich immer mehr und mehr nach unten schob. Um 1 Uhr war das Ektoderm wieder ganz über das Entoderm herüberschoben (Fig. 29). Das Thier lebte in diesem Zustand bis zum 27., aber regenerirte nicht vollständig. Am 28. wurde es vom Glasröhrchen entfernt.

An diese Experimente reihe ich eine Anzahl andere an, die ich früher in Japan gemacht habe.

Versuch Nr. 20. 27. November 1883.

Eine Hydra wurde um 11 Uhr Vormittags umgestülpt. Um 8 Uhr am 28. hatte sich das Thier zum großen Theil wieder zurückgestülpt. Das hintere Ende blieb in der Lage und ging zu Grunde, während das vordere Ende weiter lebte.

Versuch Nr. 21. 1. December 1883.

Eine Hydra wurde um 8 Uhr Vormittags umgestülpt und mit einer Borste durchbohrt. Am nächsten Tage um 8 Uhr wurde das Thier beobachtet, es fand sich zum großen Theil zerfallen, und nur der Tentakelkranz blieb lebendig.

Der vorige Versuch wurde noch mehrere Male wiederholt und hatte immer denselben Erfolg.

2. Versuche über Orientirung.

Versuch Nr. 51. 26. Oktober 1888.

Der Körper einer Hydra wurde um 12 Uhr Mittags zweimal quer durchschnitten, an dem vorderen Ende gerade unter dem Tentakelkranz und an dem hinteren Ende ganz nahe dem Fuß, worauf, wie oben beschrieben, ein Glasröhrchen durchgesteckt wurde. Das Röhrchen stak so, dass man sehr leicht die vordere und die hintere Seite des Thieres erkennen konnte. Um 3 Uhr Nachmittags war das Thier sehr langgestreckt. Am hinteren Ende war es durch das Glasröhrchen verletzt worden, aber die entstandenen Risse heilten gleich wieder zu. Schon am nächsten Tage entwickelten sich drei Tentakel an dem vorderen Ende. Am 29. um 3 Uhr 30 Min. fanden sich zwei Mundöffnungen am vorderen Theile je mit fünf Tentakeln an beiden Seiten des Glasröhrchens, welches jetzt weggenommen wurde. Die zwei Mundöffnungen waren natürlich nur scheinbare, und in der That war nur ein Mund vorhanden, welcher durch das Glasröhrchen in zwei getheilt worden war. Nach Befreiung der Hydra von dem Röhrchen fing der Mund an sich in zwei Theile abzuschnüren, und am 1. November waren schon zwei vollständige Mundöffnungen vorhanden, welche je sechs Tentakel umstanden.

Versuch Nr. 52. 26. Oktober 1888.

Eine große Hydra mit einer ganz jungen Knospe wurde um 1 Uhr Nachmittags zweimal quer durchschnitten am vorderen Ende gerade unter den Tentakeln und am hinteren Ende unter der Stelle, wo die Knospe hervorwuchs, worauf der vordere Theil mit einer Borste

durchbohrt wurde. Um 3 Uhr Nachmittags hatte sich das Thier etwas zusammengezogen. Am 27. um 8 Uhr 30 Min. Vormittags zeigten sich die beiden abgeschnittenen Enden vollständig geschlossen, und um 3 Uhr 30 Min. Nachmittags desselben Tages wurden an dem vorderen Ende des Stummels vier Tentakel beobachtet, während an dem anderen Ende die Drüsenzellen schon entwickelt waren.

Versuch Nr. 53. 28. November 1888.

Eine Hydra wurde um 4 Uhr Nachmittags zweimal quer durchschnitten und mit einer Borste am vorderen Ende des Körpers durchbohrt. Am 4. December hat das Thier zwei kleine Tentakel an dem vorderen Ende entwickelt, und am anderen Ende zeigten sich schon die Drüsenzellen.

Versuch Nr. 54 und 55. 28. November 1888.

Zwei Hydren wurden zweimal quer durchschnitten und die Borste diesmal an den hinteren Enden durchgesteckt. Nach vier Tagen hatten sie beide schon an den Vorderenden Tentakel entwickelt.

Versuch Nr. 56. 16. November 1888.

Eine große Hydra mit einer Knospe wurde um 10 Uhr Vormittags der Quere nach an zwei Stellen zerschnitten, einmal unter dem Tentakelkranz, und das andere Mal nahe dem hinteren Ende. Eben so wurde die Knospe weggeschnitten. Der mittlere Theil des Körpers wurde nun der Länge nach mit einer Nadel aufgeschlitzt und ausgebreitet, so dass das Entoderm nach oben lag, hierauf wurde am vorderen Ende eine Borste durchgesteckt, welche das Zusammenziehen des Thieres verhinderte. Gleich nach der Operation fing es an sich zusammenzurollen, und zwar mit dem Entoderm nach innen. Um 10 Uhr des nächsten Tages, also nach 24 Stunden, hat das Thier eine dreieckige Gestalt angenommen, während die Borste noch an der gleichen Stelle stak. Am 19. 1 Uhr Nachmittags hatte das Thier zwei große und zwei kleine Tentakel am vorderen Ende ausgebildet, während es sich an der einen Seite von der Borste befreit hatte.

Versuch Nr. 58. 16. November 1888.

Eine Hydra wurde gerade so behandelt wie die vorhergehende, aber mit nur einer Borste am hinteren Ende des Körpers durchbohrt. Am nächsten Tage bemerkte man am vorderen Ende des Thieres zwei Tentakel, und die Borste stak noch immer am hinteren Ende. Außerdem kommt hier Versuch Nr. 80 in Betracht (s. u.).

3. Versuche über Regeneration.

Versuch Nr. 59. 25. Oktober 1888.

Am 25. Oktober schnitt ich einer Hydra den Kopf direkt unter dem Tentakelkranz ab. Der Rest des Thieres wurde der Länge nach gespalten und auf einem Korkstückchen unter Wasser ausgebreitet, und zwar so, dass das Entoderm nach oben lag. Hierauf wurde das Korkstückchen mit dem Thier sorgsam aus dem Wasser aufgenommen und einige Augenblicke über 2^o/_oige Osmiumsäure gehalten, um womöglich das Entoderm zu zerstören, worauf es dann gleich mit fließendem Wasser abgewaschen wurde. Um 4 Uhr wurde das Thier untersucht. Es fand sich zu einer kugeligen Masse zusammengerollt, und zwar mit dem Entoderm nach innen und dem Ektoderm nach außen. Am 27. Oktober um 8 Uhr 30 Min. Vormittags, also etwas weniger als zwei Tage später, hatte das Thier eine cylindrische Gestalt angenommen und sich an einem Ende fest auf dem Boden des Uhrglases angeklebt. Um 3 Uhr 30 Min. wurden vier Tentakel an einem Ende beobachtet, und um 6 Uhr waren schon sechs Tentakel erschienen. Am nächsten Tage fraß es eine Daphnia.

Versuch Nr. 60. 25. Oktober 1888.

Der vorige Versuch wurde am 25. um 4 Uhr Nachmittags wiederholt, und zwar wurde das Thier jetzt etwas länger, nämlich 4 Minute über die Osmiumsäure gehalten, schnell mit fließendem Wasser abgewaschen, und unter dem Mikroskop beobachtet. Das Thier war noch sehr lebendig. Es wurde jetzt über konzentrirte Essigsäure gehalten, und dann das vordere Ende des Körpers mit den Tentakeln weggeschnitten. Jetzt schien das Entoderm ganz zu Grunde gegangen zu sein, das Ektoderm dagegen blieb noch lebendig; es zeigte bei Reizung schwache Kontraktionen. Das Thier wurde um 5 Uhr wieder untersucht. Es nahm schon eine kugelige Gestalt an mit dem Ektoderm nach außen und dem Entoderm nach innen. Am nächsten Tage ging es zu Grunde.

Versuch Nr. 61. 26. Oktober 1888.

Eine große Hydra wurde um 10 Uhr 10 Min. Vormittags wie vorher behandelt, aber ungefähr 20 Sekunden über Dämpfe von konzentrirter Essigsäure gehalten. Gleich nach der Operation wurde das Thier mit fließendem Wasser abgewaschen. Das Entoderm war vollständig zerstört. Das Ektoderm zog sich zuerst sehr stark zusammen, aber es dehnte sich wieder aus, und der ganze Körper rollte sich

zusammen und nahm eine ovale Gestalt an, mit dem Ektoderm nach außen und dem Entoderm nach innen. Um 12 Uhr wurde es untersucht. Es fand sich sehr lang gestreckt und reagierte sehr stark auf Reize. Um 4 Uhr war es noch lebendig, aber um 5 Uhr war es offenbar todt. Am nächsten Tage um 8 Uhr 30 Min. war es in kleine Stücken zerfallen.

Versuch Nr. 62. 26. Oktober 1888.

Eine Hydra wurde gerade so behandelt wie in den vorigen Versuchen, aber das ganze Entoderm wurde jetzt mit einem feinen japanischen Pinsel weggenommen. Gleich nach der Operation rollte sich das Thier zu einer kugeligen Masse zusammen, mit der Stützlammelle nach innen. Um 1 Uhr dehnte es sich wieder aus. Am 27. um 8 Uhr 30 Min. Vormittags war es wieder ganz zusammengerollt. Um 12 Uhr war es schon zur Hälfte, und um 3 Uhr 30 Min. ganz zerfallen.

Versuch Nr. 63. 27. Oktober 1888.

Eine Hydra wurde eben so behandelt; das Entoderm um 9 Uhr 30 Min. Vormittags ganz weggenommen. Das Thier rollte sich zusammen wie gewöhnlich. Es lebte ganz munter bis 5 Uhr 30 Min., reagierte auf Reize mit Nadeln. Am nächsten Morgen reagierte es nicht mehr, und um 10 Uhr fing es an zu zerfallen. Der Versuch wurde noch öfters wiederholt und ergab immer das gleiche Resultat, nur war die Dauer des Lebens verschieden und schwankte in dem Zwischenraume von einigen Stunden bis zu fünf Tagen.

Versuch Nr. 64. 26. Oktober 1888.

Eine Hydra wurde auf dieselbe Weise behandelt wie die in Nr. 62, aber ein Theil des Entoderms unzerstört gelassen. Während der Operation fing das Thier an sich zusammenzurollen. Interessant war es nun hier, dass das Thier sich erst in der Weise zusammenrollte, dass das vordere Ende sich dem hinteren Ende zuneigte, und sich nicht linke und rechte Seite einander näherten, wie gewöhnlich. Um 12 Uhr fing es aber an sich wieder auszudehnen, und nun rollte es sich doch wieder seitlich zusammen. Es lebte in diesem Zustande ganz munter, und am 30. um 10 Uhr wurden zwei Tentakel an einem Ende des Körpers gesehen. Nach zwei Tagen wuchsen noch zwei Tentakel. Das Thier lebte ganz munter bis zum 30. November und hatte sein Entoderm regenerirt.

Versuch Nr. 76 (Fig. 31—40). 26. Oktober 1888.

Ein auf die vorige Weise aus einer Hydra herausgeschnittenes Stück wurde um 11 Uhr 30 Min. der Länge nach mit der Spitze einer

Nadel geschlitzt und auf einem in Wasser getauchten Korkstücke mit dem Entoderm nach außen ausgespannt. Das Korkstück wurde dann aus dem Wasser aufgehoben und für fünf Minuten der Luft ausgesetzt, um womöglich das Entoderm zu zerstören, dann wurde es wieder ins Wasser gebracht und mit einem japanischen Pinsel von dem Korkstücke befreit. Das Ektoderm zog sich nun stark zusammen und das Thier nahm eine walzenförmige Gestalt an, und zwar lag das Entoderm nach außen und das Ektoderm nach innen (Fig. 32). Gleich nachher dehnte sich das Ektoderm aber wieder aus, und nun rollte sich das Thier allmählich in der Weise zusammen, dass das Entoderm nach innen zu liegen kam (Fig. 34). Das Entoderm hatte nicht gelitten. Dabei war es sehr interessant hier zu beobachten, dass an einer Stelle die freien Ränder am Zusammenwachsen gehindert wurden, weil ein Algenfaden sich zwischen beide geschoben hatte (Fig. 34). Der betreffende Lappen bewegte sich wieder zurück, wie man in Fig. 35 sieht, um sich hierauf dem anderen Rande wieder zu nähern (Fig. 36). Jetzt aber lag der Algenfaden etwas weiter von der Stelle weg, und die zwei Ränder wuchsen fest zusammen. Nach zwei Tagen hatte sich das Thier etwas in die Länge gestreckt und war an einem Ende fest auf dem Boden des Uhrglases angeklebt. Am anderen freien Ende, welches ganz zugespitzt war, bildete sich ein kurzer Tentakel (Fig. 37, 38 und 39). Der Mund fehlte noch. Am 2. November wurde es mit vier Tentakeln gefunden, und der Mund war jetzt gebildet. Es blieb sehr lebendig und am 10. November wurde es in das große Aquarium gebracht.

Versuch Nr. 78 (Fig. 50—52). 24. Oktober 1888.

Eine Hydra wurde um 9 Uhr 30 Min. Vormittags auf dieselbe Weise behandelt und ausgespannt, und zwar war das Entoderm nach oben gerichtet. Das ausgebreitete Thier wurde dann mit zwei Borsten kreuzweise durchbohrt (Fig. 50) und so im Wasser gelassen. Die beiden abgeschnittenen Seiten näherten sich allmählich (Fig. 51), bis das Thier sich von den Borsten an den beiden hinteren Ecken befreit hatte, worauf es seine normale Gestalt wieder annahm. An dem oberen Ende aber blieben die Borsten noch stecken (Fig. 52). Am nächsten Tage um 4 Uhr Nachmittags wurden die Borsten weggenommen und das wieder ganz normale Thier in das große Aquarium gebracht.

4. Versuche, zwei Thiere dauernd mit einander zu vereinigen.

Versuch Nr. 79 (Fig. 60 und 64). 23. December 1882.

Eine Hydra wurde um 3 Uhr Nachmittags umgestülpt und in ein anderes Thier durch den Mund hineingesteckt, so dass das Entoderm

der beiden Thiere sich berührte, worauf eine Borste durch die beiden Thiere gesteckt wurde. Am 4. Januar 1883 wurden die Hydren wieder beobachtet und es fand sich, dass sie beide vollständig zu einem zweiköpfigen Thiere zusammengewachsen waren (Fig. 61).

Versuch Nr. 80 (Fig. 62). 5. November 1888.

Eine Hydra wurde um 12 Uhr 30 Min. umgestülpt und in die Leibeshöhle eines anderen Thieres hineingesteckt, worauf die beiden Polypen mit zwei Borsten kreuzweise durchbohrt wurden. Das innere Thier hatte das hintere Ende seines Körpers aus dem Risse neben der Borste herausgestreckt. Am nächsten Tage ging dieser Theil zu Grunde, Am vorderen Ende hatte das innen gelegene Thier seinen Mundrand nach außen und unten zu umgestülpt, worauf die freien Enden der Mundränder der beiden Thiere zusammenwuchsen; aber das durch die Umstülpung gebildete Loch zwischen den Tentakeln war von den Seiten her zusammengewachsen und verschwunden. An beiden Seiten des Kopfendes, und zwar an der Stelle, wo die freien Ränder der beiden Thiere zusammengewachsen waren, bildeten sich zwei Mundöffnungen und einige neue Tentakel¹.

Versuch Nr. 81 (Fig. 63—65). 2. December 1882.

Eine kleine Hydra wurde in der normalen Lage durch die Mundöffnung in die Leibeshöhle eines großen Thieres hineingesteckt; hierauf wurden die beiden Thiere mit einer Schweinsborste durchbohrt. Am 9. December kroch das innere Thier aus dem Mund des anderen heraus, aber ein kleiner Theil des inneren Thieres wuchs mit dem Mundrande des äußeren zusammen, und so bildete sich eine schmale Brücke zwischen beiden. Diese Brücke umfasste einen Hohlraum und bestand aus Ekto- und Entodermsschichten.

Versuch Nr. 82 (Fig. 66). 5. November 1888.

Zwei Hydren wurden um 1 Uhr 15 Min. Nachmittags dicht an einander gelegt und mit zwei Borsten kreuzweise so durchbohrt, dass sie an den zwei Stellen, wo die Borsten durch die beiden Thiere gingen, sich eng berührten. Erwähnt sei, dass der Körper der beiden Polypen an den betreffenden Stellen durch die hindurchgehenden Borsten zerissen war. Am 6 November früh 8 Uhr waren die beiden Thiere schon fast zusammengewachsen, jedoch ergab eine genauere Untersuchung,

¹ Aus dieser Thatsache, dass die Mundöffnungen sich gerade hier bilden und nicht etwa am vorderen Ende, ersieht man, dass der Hydrakörper genau orientirt sein muss, so dass die Mundöffnungen sich immer wieder an der ursprünglichen Stelle bilden.

dass sich nur die beiden Ektodermschichten vereinigt hatten, während das Entoderm der beiden Thiere getrennt blieb. Am 9. wurden die Borsten weggenommen, ohne dass die Thiere ihre Stellung änderten. Sie lebten munter weiter und fraßen viele Daphniden, bis sie am 18. durch eine zufällige Erschütterung des Uhrgläschens, worin sie lebten, gewaltsam getrennt wurden.

Versuch Nr. 83 (Fig. 67). 7. November 1888.

Auf die gleiche Weise wurden drei Hydren mit zwei Borsten durchbohrt und so an einander befestigt. Am nächsten Tage hatte sich ein Thier eine Strecke weit von den anderen beiden entfernt. Die letzteren dagegen wuchsen an den beiden durchbohrten Stellen zusammen, und vorn bildete sich eine aus Ento- und Ektoderm bestehende Brücke, deren Hohlraum die Leibeshöhle der beiden Polypen in Verbindung brachte. Am 9. wurden die Borsten weggenommen und die Thiere lebten munter weiter bis zum 20. November, wo sie durch Verdunstung des Wassers zu Grunde gingen.

II. Ergebnisse aus den Versuchen.

Ich werde jetzt versuchen die Resultate darzustellen, welche sich aus meinen Experimenten ergeben und dieselben denjenigen gegenüberzustellen, zu welchen frühere Forscher auf demselben Gebiete gelangt sind.

Ich habe im Ganzen 50 Individuen umgestülpt. Vier wurden weder mit Borsten noch mit Glasstäbchen behandelt; zwei derselben, nämlich Nr. 1 und 2, sind gleich nach der Operation in ihre normale Lage zurückgekehrt; ein anderes, Nr. 4, wurde sehr stark zerrissen und ist zu Grunde gegangen, während das vierte, Nr. 12, zum großen Theil zerfiel. Interessant ist die Hydra Nr. 1, bei welcher die Heilung am hinteren Ende so schnell vor sich ging, dass die Spitze von einem Tentakel nicht mehr Zeit hatte sich aus dem einwachsenden Körperende herauszuziehen (Fig. 3). Von den 46 anderen Individuen gingen 20 zu Grunde, 18 nämlich sind bis zum Tentakelkranze, und nur zwei wirklich ganz zerfallen. Die anderen 26 Thiere sind in dieser oder jener Weise wieder zur normalen Lage zurückgekehrt. Alle diese Beobachtungen stimmen vollständig mit denjenigen früherer Beobachter außer mit denen von TREMBLEY und NUSSBAUM. Es ist leicht einzusehen, dass in der Zeit, wo TREMBLEY seine Versuche anstellte, der Mangel an geeigneten Versuchsmitteln ihm große Schwierigkeiten bereitete, kontinuierlich zu beobachten, und dass er so zu irrigen Schlüssen geführt wurde. Das Zurückkehren der umgestülpten Hydren in die normale Lage geschieht zuweilen

so rasch, dass man sich leicht irren kann, falls man nicht kontinuierlich beobachtet. Daher kam es auch, dass ich nach meinen Beobachtungen in Tokyo die Ansicht TREMBLEY's für richtig hielt, während ich jetzt mit Bestimmtheit den Nachweis liefern kann, dass dies nicht der Fall ist. Die Thiere, die ich umgestülpt und mit Borsten durchbohrt habe, befanden sich schon nach einigen Stunden wieder in normaler Lage, und dabei steckten die Borsten noch immer an derselben Stelle. Die operirten Thiere stülpen sich nämlich überall da wieder zurück, wo es für sie überhaupt möglich ist, und wenn sie am Zurückstülpen erfolgreich gehindert werden, so zerfallen sie und gehen zu Grunde. Die Rückkehr der beiden Zellschichten in die normale Lage beruht nach meinen Versuchen nicht auf Wachsthumsvorgängen, nicht auf einer Rückwanderung der Ektodermzellen nach außen und Entodermzellen nach innen, sondern ist gewissermaßen als ein Zurückschnappen der Schichten in toto zu bezeichnen. Es ist Elasticität, die hier zum Ausdrucke kommt; wo dieselbe freilich ihren Sitz hat, bin ich nicht im Stande anzugeben. Ich trete damit in Widerspruch zu NUSSBAUM, der zwar eine Umwandlung der beiden Schichten im Sinne TREMBLEY's auch nicht zugiebt, aber gewissermaßen eine Umlagerung derselben annehmen will. Er meint nämlich, dass die Ektodermzellen der umgestülpten Thiere über das Entoderm herauskriechen, und so ein umgekehrtes Thier seine normale Lage wiedergewinnen könne.

Alle meine Versuche stehen, wie ich schon angegeben habe, damit nicht im Einklang. Niemals habe ich solches Heraus kriechen der Ektodermzellen über das Entoderm gesehen. Auch die Schnitte durch umgestülpte Hydren zeigten mir diese Verhältnisse nicht. Ich glaube aber, dass man die sorgfältig ausgeführten Beobachtungen NUSSBAUM's auch in meinem Sinne erklären kann, und ich darf mir vielleicht erlauben auf einige Versuche NUSSBAUM's¹ näher einzugehen.

» Versuch vom 25. April 1885. . . .

»Eine Hydra grisea wird umgestülpt und auf eine Borste gespießt. Das Thier ist am folgenden Tage von der Borste abgefallen, das Ektoderm liegt außen. Am 30. April zeigt sich deutlicher als an den vorhergehenden Tagen die Spaltung der Hydra der Länge nach, so dass am 4. Mai zwei mit Tentakeln ausgestattete Polypen vorliegen, die nur in der Mitte durch eine Querbrücke verbunden sind.«

Dieser Versuch ist ohne Weiteres nicht beweisend. Die Längsspaltung der Hydra konnte entweder vor oder nach dem Zurückstülpen erfolgt sein.

¹ l. c. p. 340—342.

»Versuch vom 4. Mai 1885. . . .

Eine umgestülpte Hydra grisea wird mit einem senkrecht durch den Leib gebohrten feinen Silberdraht auf eine kleine Kautschuktafel befestigt und in Wasser versenkt. Drei Tage nach der Umstülpung ist die ganze Oberfläche wieder mit Nesselkapseln besetzt, das Fußende trägt die sekretorischen Zellen. Das Thier steckt noch auf dem Draht.«

Auch dieser Versuch ist nicht beweisend, wie man aus meinen Versuchen Nr. 45 und 46 sieht. Ein untersuchtes Thier kann scheinbar vollkommen in seiner Stellung bleiben und die beiden Schichten sind doch in ihre ursprüngliche Lage zurückgerollt.

»Versuch vom 11. Mai 1885. . . .

Von einer Hydra grisea wird die in Bildung begriffene Knospe abgeschnitten, darauf das Thier selbst umgestülpt und mit einem Silberstift in der Mitte des Leibes durchbohrt. Am folgenden Tage haftet der Polyp unversehrt am Stift, das Ektoderm liegt außen, eben so eine neugebildete Knospe.«

Dieser Versuch ist auf den vorigen zurückzuführen und ist also auch nicht ohne Weiteres beweisend.

»Versuch vom 3. Juni 1885. . . .

Eine umgewendete Hydra grisea wird an der Grenze des oberen und mittleren Drittels durch einen Silberdraht auf eine Kautschukplatte befestigt. Ein Theil des Entoderm ging bei der Operation verloren; im Übrigen ist direkt nach der Umstülpung — 12 Uhr Mittags — die Außenfläche des Polypen gefärbt. Dicht unter dem Mundringe sieht man in die Öffnungen der Tentakel. Der Polyp bewegt sich spontan und auf Reize. 3 Uhr Nachmittags liegt der Polyp ruhig da; von den Mundöffnungen und von den Tentakeln zieht sich das Ektoderm wie ein feiner weißer Schleier über das gefärbte und an den übrigen Stellen des Leibes nach außen gelagerte Entoderm hin. Die verletzte Stelle mit dem abgängigen Entoderm liegt unverändert nahe dem Fuß, von der Stichwunde durch normales Entoderm getrennt. Am 5. Juni, also nach drei Tagen, ist die Lagerung der Leibesschichten wieder die natürliche; außen liegt Ektoderm, innen Entoderm. Der Polyp streckt und verkürzt sich trotz des durchbohrenden Drahtes und macht auch mit den Armen lebhaft Bewegungen. An der Fußscheibe sind die Drüsenzellen vorhanden.«

Dieser Versuch kann eben so erklärt werden wie die vorhergehenden. Der weiße Entodermschleier, den NUSSBAUM über dem Ento-

derm gesehen hat, spricht scheinbar sehr für seine Ansicht vom Herauswandern der Ektodermzellen. Derselbe kann aber auch ganz gut durch Einwirkung des Wassers auf die Entodermzellen entstanden sein, in dem ein Aufquellen der letzteren hervorgerufen wurde. Ich habe sogar sehr oft an den umgestülpten Polypen gesehen, wie das Wasser in einzelne Entodermzellen eindringt. Dann quillt nach einigen Minuten nach der Operation die Spitze der Entodermzelle auf, und man erhält den von NUSSBAUM beschriebenen Ektodermschleier. Ist die Einwirkung des Wassers zu andauernd, so zerplatzen die Entodermzellen. Dagegen erhalten diese aufgequollenen Entodermzellen ihr normales Aussehen wieder, wenn die Einwirkung des Wassers nicht zu lange währt. Offenbar scheinen hier individuelle Verschiedenheiten mitzuspielen. Bei einigen Individuen zerfallen die Entodermzellen schon nach einigen Stunden, bei anderen aber können sie viel länger aushalten. Sehr oft habe ich viele Hydren hinter einander umgestülpt und unter offenbar gleichen Zuständen gehen einige in kürzerer Zeit zu Grunde wie die anderen. Am vorderen Ende des Körpers und aus den Stichöffnungen sehen wir manchmal unzweifelhafte Ektodermzellen über das Entoderm herausgepresst, diese sind aber nicht selbständig herausgekrochen, sondern es handelt sich auch hier nur um ein einfaches Umbiegen der beiden Schichten gegen einander.

»Versuch vom 10. Juli 1885. . . .

Eine Hydra grisea 10 Uhr Morgens umgestülpt. Auf Draht befestigt, ist nach zwei Stunden das Ektoderm von der Gegend der Mundöffnung und der Tentakel merklich nach abwärts über das Entoderm hingekrochen und umgiebt auch die Stichwunden, welche in Folge der Durchbohrung mit dem Draht entstanden waren. Um 6 Uhr Nachmittags deckt den Polypen an der ganzen Oberfläche ein durchsichtiges mit reifen Nesselkapseln durchsetztes Ektoderm. Die Umlagerung der Theile ist also in acht Stunden vollendet.«

Dieser Versuch kann eben so erklärt werden wie der vorhergehende.

»Versuch vom 13. Mai 1885. . . .

Einer umgestülpten Hydra grisea wird der Mundring mit den Tentakeln abgeschnitten und entfernt; der Rest mit feinem Silberdraht auf eine Kautschuktafel befestigt und in ein Gefäß mit Wasser gelegt. Der umgekehrte und verstümmelte Polyp dehnt sich und zieht sich zusammen, ohne den Draht verlassen zu können. Nach 20 Minuten hat sich das Ektoderm von der vorderen Wundfläche aus nach abwärts ge-

schoben und ist von den beiderseitigen Stichöffnungen mit unregelmäßigen Grenzen als dünne Schicht hervorgekrochen. Nach drei Stunden liegt der Polyp, am Draht wie anfänglich befestigt, wie ein normaler Polypenleib da. Außen befindet sich das mit Nesselkapseln durchsetzte Ektoderm.«

Dass sich das Ektoderm von der vorderen Wundfläche nach abwärts geschoben hat, lässt sich auch in meinem Sinne erklären und ich habe ganz ähnlich verlaufende Versuche beschrieben. Was NUSSBAUM als dünne Ektodermschicht an den beiden Stichöffnungen beschreibt, sind vermuthlich die durch Wasser aufgequollenen Enden der Entodermzellen.

Das Herauskriechen der Ektodermzellen über das Entoderm will NUSSBAUM nicht nur am lebenden Thiere beobachtet haben, sondern auch an vielen Schnitten. Wenn man seine Beschreibung über diesen Punkt auf p. 344—346 liest, so scheint es, dass seine Annahme ganz unbestreitbar ist, allein seine Abbildungen sind, wie mir scheint, durchaus nicht beweisend. In seinen Fig. 406 und 407 sieht man freilich die Ektodermzellen stückweise über das Entoderm herüberragen. Dies scheint mir aber ein ganz ähnliches Bild, wie meine Schnitte Fig. 69 es darstellen, wo an beiden Seiten das Entoderm durch Umbiegung nach außen sich in doppelter Lage darstellt, und zwischen den beiden Lagen unregelmäßige freie Räume zu sehen sind, die durch Kontraktion des Thieres verursacht werden.

Wenn die NUSSBAUM'sche Angabe richtig wäre, warum kehrt sich dann eine umgestülpte Hydra sogleich wieder um, wenn sie nicht durch einen Draht daran gehindert ist und zwar durch einfaches Zurückstülpen und nicht durch Auswandern der Zellen? Und dass dies in der That der Fall ist, darüber besteht kein Zweifel. Außerdem müssten nach NUSSBAUM die Entodermzellen sich gewissermaßen umkehren, denn ihre früheren freien cilientragenden Enden werden von den herauskriechenden Ektodermzellen überdeckt, und daher müssen die bis jetzt der Stützlamelle anhaftenden Enden zu freien Enden werden, und müssen ihrerseits die Cilien tragen. Eine solche Annahme lässt sich nicht als absolut unmöglich, aber doch als sehr unwahrscheinlich bezeichnen. Eine andere Schwierigkeit wäre die, dass eine umgestülpte Hydra während des Zurückwanderns der Ektodermzellen Zellen beider Schichten durch einander gelagert aufweisen müsste, was nicht nur sehr unwahrscheinlich wäre, sondern auch durch meine Versuche über Orientirung (s. o.) widerlegt wird. Denken wir uns eine umgestülpte Hydra, deren Kopf abgeschnitten ist, der Länge nach von einem Glasröhrchen durchbohrt (Fig. III im Text) und auf einer Kautschuktafel befestigt und den-

ken wir uns weiter, dass die Ektodermzellen derselben aus dem abgeschnittenen vorderen Ende über das Entoderm herauskröchen, wie NUSSBAUM annimmt, dann müssten sich die Ektodermzellen des vorderen Endes an das hintere Ende und diejenigen vom hinteren Ende an das vordere Ende lagern (Fig. 4), so, dass also jede Ektodermzelle die umgekehrte Lage einnehmen würde wie früher. Ferner müssten auf den Entodermzellen jetzt an der entgegengesetzten Seite, welche jetzt die innere geworden ist, sich neue Cilien entwickeln, während auf der ursprünglich äußeren Seite die Basalmembran entstehen müsste.

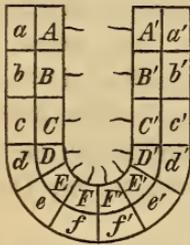


Fig. II.

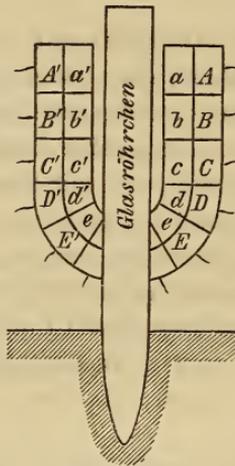


Fig. III.

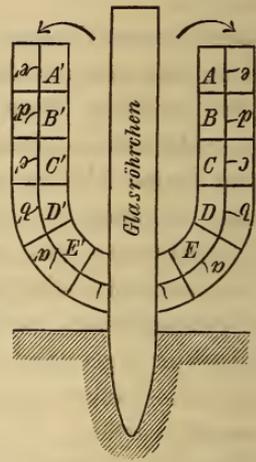


Fig. IV.

Fig. II. Eine Hydra, deren Kopf abgeschnitten ist, in normaler Lage. Sie besteht aus zwölf Ektoderm- und zwölf Entodermzellen, von denen die Ektodermzellen mit kleinen und die Entodermzellen mit großen Buchstaben bezeichnet sind. Fig. III. Dieselbe Hydra in umgestülptem Zustand und von einem Glasröhrchen durchbohrt. Das Ektoderm liegt innen und das Entoderm außen. Fig. IV. Das Entoderm in derselben Lage wie Fig. III, das Ektoderm ist, wie die Pfeile zeigen, aus dem vorderen freien Ende über das Entoderm hinausgekrochen. Meine Versuche über die Orientirung bei den operirten Hyden beweisen aber, dass diese Vorgänge unmöglich sind.

Was die Regeneration betrifft, so meint NUSSBAUM, dass dieselbe ausschließlich den Intermedialzellen zuzuschreiben sei. Daher führt er die Regenerationsunfähigkeit abgeschnittener Tentakel auf das Fehlen dieser Zellen zurück. Er machte darüber viele Experimente und kam immer zu dem Resultat, dass ein Tentakelstück ohne Basis sich nie regenerirte, vielmehr stets zu Grunde ging. Diese Versuche NUSSBAUM's kann ich durch meine eigenen bestätigen und bezweifle mit ihm die

ENGELMANN'schen Angaben¹ und eben so die von ROESEL², wonach auch die Tentakelstücke sich zu ganzen Thieren regeneriren sollen. Was aber die Erklärung dieser Thatsache betrifft, so stimme ich in so fern nicht mit NUSSBAUM überein, als ich die Regenerationsunfähigkeit nicht auf das Fehlen der Intermedialzellen zurückführen möchte, sondern vielmehr darauf, dass die Ektodermzellen sowohl wie die Entodermzellen in den Tentakeln so sehr specialisirt sind, dass sie nie zu anderen Zellen werden können. Regenerationsunfähigkeit habe ich auch bei Vorhandensein der Intermedialzellen constatirt.

Wie aus meinen Versuchen Nr. 60—63 erhellt, hat sich das entfernte Entoderm nicht wieder regenerirt, obgleich ja im Ektoderm Intermedialzellen vorhanden waren. Das Entoderm regenerirte sich nur aus Entodermzellen.

Man könnte mir einwenden, dass bei meinen Versuchen die Intermedialzellen ebenfalls durch die Essigsäuredämpfe zu Grunde gegangen seien. Diese Annahme wird aber durch folgende Untersuchungen hinfällig. Ich habe nämlich viele Hydren, welche auf die angegebene Weise mit Essigsäuredampf behandelt worden waren, nach der Entfernung des Entoderms in verschiedenen Zeiträumen nach der Operation mit FLEMING'scher Lösung konservirt, in Schnitte zerlegt und die Schnitte auf ihre mikroskopischen Verhältnisse hin durchmustert. Bei dieser Untersuchung hat sich nun gezeigt, dass diejenigen Thiere, welche ich gleich nach der Operation getödtet hatte, keine oder wenige Theilungsfiguren in den Intermedialzellen zeigten, während diejenigen, welche nach einigen Stunden getödtet wurden, sehr viele aufwiesen (Fig. 70). Dadurch ist der Beweis geliefert, dass die Intermedialzellen nach der Operation noch lebendig bleiben und sich wie gewöhnlich durch Theilung vermehren, dass aber eine Regeneration der Entodermzellen³ trotzdem nicht stattfindet. Die indifferente Natur der Intermedialzellen, wie sie

¹ l. c. p. 77.

² l. c. p. 495.

³ Dass die Entodermzellen eines solchen untersuchten Thieres sich durch Theilung vermehren, sieht man auf Schnitt Fig. 69 und 69 A. Es ist interessant hier zu sehen, dass die Kernmembran noch vorhanden ist, während die chromatischen Fasern zwischen den in zwei Partien angeordneten Stäbchen schon in Reihen auftreten, eine Thatsache, die nicht allgemein bei der gewöhnlichen Kerntheilung der Metazoen vorkommt. Einen solchen Theilungsmodus fand WEISMANN und ich auch bei den Richtungsspindeln von Polyphemus und Bythotrephes (WEISMANN und ISCHIKAWA, Über die Bildung der Richtungskörper bei thierischen Eiern. Freiburg im Br. 1887). Diese Thatsache spricht gegen die provisorische Annahme von C. RABL (Anat. Anz. IV. Jahrg. p. 23), dass nach ihm die Kernmembran vielleicht »ganz oder zum großen Theil aus achromatischen Fasern besteht«.

NUSSBAUM annimmt, wäre somit ausgeschlossen. Ich halte diese Zellen vielmehr für jugendliche Ektodermzellen, welche von Zeit zu Zeit die Ektodermzellen neu bilden.

Es dürfte von Interesse sein und meiner Erklärung des Zurückstülpens operirter Hydren als Stütze dienen, dass auch spontane Umstülpungen bei Polypen vorkommen, die meines Wissens bis jetzt von Niemand beschrieben wurden. Eines Tages, als ich etwa 10 Stück sehr ausgehungertes Thiere in ein kleines Aquarium brachte und mit Daphniden fütterte, bemerkte ich nach einer Stunde, dass vier kleine Polypen ihre vorderen Enden von selbst umgestülpt hatten. Da mir dieser Vorfall sehr interessant schien, so brachte ich noch zehn solche hungrige Hydren in ein großes Uhrgläschen und fütterte dieselben mit einigen Daphniden, die ich in das Uhrgläschen hineinwarf, worauf ich den ganzen Vorgang unter dem Präparirmikroskop beobachtete. Die hungrigen Thierchen griffen die Daphniden sofort mit ihren Armen an und wollten sie verschlucken. Wenn eine Daphnia am vorderen oder am hinteren Ende gefasst wurde, dann wurde sie gleich verschluckt, wenn aber eine kleine Hydra eine große Daphnia an der Seite fasste, dehnte sie ihren Mund so weit aus als nur möglich, gelang es ihr dann nicht das Thier in die Leibeshöhle hereinzuziehen, so erfolgte ein Zurückklappen des Mundrandes und eine theilweise Umstülpung des Thieres. Dieser Vorgang geht sehr rasch vor sich und scheint rein mechanisch, hervorgerufen durch die Elasticität der Stützlamelle und vielleicht auch durch Kontraktion der Ringmuskeln um den Mund. Diesen ganzen Vorgang habe ich auf Taf. XIX, Fig. 56—59 abgebildet. Die Hydren ziehen ihre Tentakeln gleich nach der Umstülpung sehr stark zurück, dehnen sie aber dann wieder aus und kehren die umgestülpten Theile wieder um. Als ich diese Vorgänge Herrn Prof. WEISMANN zeigte, theilte er mir mit, dass er viele solche umgestülpte Köpfe bei *Corydendrium* gesehen habe, wie er seiner Zeit sich mit diesen Polypen beschäftigte. Er hat mir freundlichst eine Abbildung von einem solchen umgestülpten Thiere überlassen, die ich mit seiner Erlaubnis hier wiedergebe (Fig. 71). Die Thierchen stammen aus den berühmten Grotten von der Insel Nisida. Wie man an den beigefügten Abbildungen sehen wird, scheinen diese Vorgänge hier und bei Hydra einander sehr ähnlich zu sein. Man kann natürlich nicht mit Sicherheit sagen, ob bei *Corydendrium* diesem Vorgang auch dieselben Ursachen zu Grunde liegen. Es würde natürlich sehr interessant sein, mit diesen oder anderen Hydroidpolypen ähnliche Experimente anzustellen, wie man sie bis jetzt nur mit Hydra gemacht hat. Diese Beob-

achtungen an lebenden Hydren haben in so fern Interesse, als sie uns die Möglichkeit einer Erklärung bieten, warum künstlich umgestülpte Hydren in ihre normale Lage zurückkehren.

An die Versuche, zwei Thiere dauernd mit einander zu vereinigen, wie ich sie oben beschrieben, knüpft sich die interessante Frage, ob nämlich die beiden zusammengewachsenen Hydren auch ein gemeinsames Gefühl haben. Leider gelang es mir nicht auf diese Frage eine Antwort zu erhalten.

Ich möchte hier erwähnen, dass auch MARSHALL¹ den Versuch gemacht hat, zwei Polypen zu vereinigen, aber mit negativem Resultat. Er erwähnt auch, dass LICHTENBERG am Ende des vorigen Jahrhunderts dieselben Experimente gemacht habe und dass es ihm einmal geglückt sei, zwei Thiere dauernd zu vereinigen.

Zum Schluss möchte ich noch erwähnen, dass sich unter meinen Hydren viele fanden, welche mit verzweigten Tentakeln ausgestattet waren. Schon der alte ROESEL² erwähnt das Vorkommen derselben, fügt sogar hinzu, dass verzweigte Tentakel gar nicht selten seien. Bei Hydromedusen kennt man sie nur von der Gattung Cladocoryne. Ob diese Hydren mit verzweigten Tentakeln bestimmte Variationen der gewöhnlichen Hydra-Arten sind, vermag ich nicht zu sagen. Jedenfalls werden diese Tentakeln den Thieren bei dem Ergreifen und Festhalten ihrer Nahrung große Vortheile gewähren.

III. Zusammenfassung der Resultate.

1) Die umgestülpten Hydren kehren sich wieder um, wenn die Umkehrung für die Thiere überhaupt möglich ist, und wenn dies nicht der Fall ist, so gehen sie zu Grunde. Die durchbohrende Borste ist kein Hindernis gegen das Zurückstülpen in die ursprüngliche Lage. Die Umstülpung geht aber oft in so kurzer Zeit vor sich, dass man sie leicht übersehen kann, falls man nicht kontinuierlich beobachtet. Die auf die Versuche von TREMBLEY gegründete Ansicht, dass eine Umwandlung der Ekto- und Entodermsschichten eines solchen umgekehrten Thieres einträte, ist nicht richtig, aber auch die neue Auffassung von NUSSBAUM stimmt nicht mit meinen Ergebnissen überein. Meine Versuche bewiesen, dass es sich um ein einfaches Zurückklappen der beiden Schichten in ihre ursprüngliche Lage handelt.

2) Von einem abgeschnittenen Körperstücke einer Hydra entwickelt sich der neue Kopf immer am vorderen Ende, eine Thatsache,

¹ l. c. p. 682—683.

² l. c. p. 472.

die sehr gegen die NUSSBAUM'sche Ansicht spricht, dass die Ektodermzellen eines umgekehrten Thieres über das Entoderm herauskriechen und es bedecken sollen, da ja bei solchem Herauskriechen der Ektodermzellen über das Entoderm die Ektodermzellen eine ganz andere Lage erhalten würden.

3) Die Intermedialzellen sind nicht im Stande alle verlorenen Zellen eines Hydrakörpers zu regeneriren. Dieselben sind die jungen Ektodermzellen und können als solche nur die verloren gegangenen Ektodermzellen ersetzen. Ein kleines Ektodermstückchen ganz vom Entoderm befreit, regenerirt niemals zu einem vollständigen Thier, obwohl die Intermedialzellen eines solchen Stückchens leben und sich noch längere Zeit nach der Operation durch Theilung vermehren. Die Entstehung der Geschlechtszellen aus den jungen Ektodermzellen ist bei den Hydromedusen allgemein (WEISMANN¹).

4) Will eine Hydra Nahrung zu sich nehmen, die so groß ist, dass ihr Mund sich über das gewöhnliche Maß ausdehnen muss, so stülpt sie sich um. Eine Hydra, welche sich so umgestülpt hat, kehrt sogleich in ihre normale Lage zurück. Diese Thatsache ist von Interesse, weil sie uns die Möglichkeit einer Erklärung giebt, wesshalb eine künstlich umgestülpte Hydra gleich wieder umzukehren sucht. Eben solche von selbst umgestülpte Köpfe wurden von WEISMANN häufig bei *Corydendrium parasiticum* beobachtet, und auch diese Thatsache ist höchst wahrscheinlich auf die nämliche Erklärung zurückzuführen.

5) Man kann zwei Thiere dauernd mit einander zur Verschmelzung bringen, indem man sie mittels Borsten an einander heftet oder indem man sie in einander steckt.

Freiburg i. B., im Juni 1889.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XVIII.

Alle Figuren wurden nach dem Leben gezeichnet, und sind ungefähr 42mal vergrößert.

Fig. 1—3. Hydra sp. Fig. 4—40. Hydra fusca.

Fig. 1—3 (Versuch Nr. 1). Drei verschiedene Stadien von einem umgekehrten Thier. Fig. 1 zeigt das Thier unmittelbar nach der Umstülpung. Es hat von der linken Seite aus sein vorderes Körperende in den durch Umstülpung entstandenen Hohlraum hineingesteckt und zwei Tentakel aus dem hinteren Ende herausgetrieben.

¹ Entstehung der Sexualzellen bei den Hydromedusen. Jena 1883.

Fig. 2. Ein etwas späteres Stadium wie Fig. 1. Hier sieht man drei Tentakel aus dem hinteren Ende des Körpers hervorragen.

Fig. 3. Das Thier ist jetzt vollständig in die normale Lage zurückgekehrt, aber die Spitze eines Tentakels ist am hinteren Ende des Körpers zurückgeblieben.

Fig. 4—13 (Versuch Nr. 8a und b).

Fig. 4. Die obere Hälfte einer umgestülpten und mit einer Borste durchbohrten Hydra unmittelbar nach der Operation gezeichnet. Die Tentakel sind sehr lang gestreckt, wie dies gewöhnlich gleich nach der Operation der Fall ist.

Fig. 5. Ist 30 Minuten nach der Operation gezeichnet. Das Thier hat zwei Tentakel aus dem anderen abgeschnittenen Ende herausgestreckt. Dieses Ende ist gleichzeitig etwas nach vorn und außen zu umgekehrt.

Fig. 6. Die Umkehrung ist vollendet und das Thier zeigt die Gestalt eines kontinuierlichen Ringes mit dem Ektoderm außen und dem Entoderm innen.

Fig. 7. Die Gestalt ist etwas unregelmäßig geworden. An einer Seite ist das Thier von der Borste befreit.

Fig. 8. Das Thier hat in der Figur die Form einer niederen Tasse angenommen und hat an der einen Seite einen neuen Mund gebildet. Die Borste steckt nur noch an einer Seite.

Fig. 9. Die untere Hälfte desselben Thieres nach der Operation gezeichnet.

Fig. 10. Dieselbe Hälfte etwas später gezeichnet. Das obere Ende krümmt sich etwas nach außen und hinten zu um.

Fig. 11. Diese Krümmung ging so weit nach hinten und veränderte die Gestalt so, dass es unmöglich war die einzelnen Theile des Thieres erkennen zu können. Außerdem hat sich das Thier an der einen Seite von der Borste befreit.

Fig. 12. Das Thier hat nun eine Y-förmige Gestalt angenommen, und hat sich ganz von der Borste befreit. An einem Ende sind die Drüsenzellen schon vorhanden.

Fig. 13. Die zwei anderen Enden haben Tentakel bekommen.

Fig. 14—18 (Versuch Nr. 15).

Fig. 14. Stellt eine Hydra auf Spirogyrafäden sitzend dar.

Fig. 15. Dieselbe Hydra umgestülpt und mit einer Borste durchbohrt. Die Spirogyrafäden liegen nun im Inneren des Thieres.

Fig. 16. Das Thier schob sein hinteres Ende in den durch Operation künstlich geschaffenen Hohlraum hinein. Man sieht die Spirogyrafäden schon etwas aus dem Munde hervorragen. Das obere Ende krümmte sich etwas nach außen und hinten zu um.

Fig. 17. Dieser Vorgang ist noch weiter vorgeschritten. Man sieht schon das hintere Ende des Körpers außerhalb des Mundes. Das obere Ende hat sich noch mehr nach hinten zu gekrümmt.

Fig. 18. Die Umkehrung ist vollendet, aber die Borste steckt noch immer an einer Seite der Mundöffnung.

Fig. 19 und 20 (Versuch Nr. 16).

Fig. 19. Zeigt eine umgestülpte Hydra, welche mit einem der Leibeshöhle des Thieres entsprechenden Glasröhrchen senkrecht durchbohrt ist. Das Glasröhrchen ging nicht gerade durch die Mitte des Körpers, so dass das hintere Ende etwas an einer Seite des Röhrchens zu liegen kam.

Fig. 20. Dasselbe Thier nach 24 Stunden gezeichnet. Das Thier hat eine vollständige Umwandlung durchgemacht. Das Ektoderm liegt außen und das Entoderm innen.

Fig. 21—25 (Versuch Nr. 18).

Fig. 21. Stellt eine umgestülpte Hydra dar. Dieselbe ist mit einem Glasstäbchen der Länge nach durchbohrt. Das Stäbchen ging nicht gerade durch die Mitte des Körperendes wie bei der vorhergehenden.

Fig. 22. Das Thier fängt an sich von beiden Seiten wieder umzustülpen. Das hintere Ende schob sich immer weiter hinein bis zu dem Loch, wo das Stäbchen aus dem Thiere austritt. Die Hydra versuchte jetzt an einer Seite des Loches herauszukriechen, was ihr auch schließlich gelang, wie man in

Fig. 23 sieht. Hier bemerkt man auch, dass das vordere Ende sich noch viel weiter nach hinten bewegt hat.

Fig. 24. Der freie Rand des Körpers mit *a* bezeichnet schob sich weiter nach oben zu, und wuchs endlich mit dem freien Rand des Mundes zusammen, wie in Fig. 25 dargestellt ist.

Fig. 26—30 (Versuch Nr. 20). Eine umgestülpte Hydra der Länge nach mit einem Glasstäbchen durchbohrt.

Fig. 26. Stellt die Hydra gleich nach der Operation dar.

Fig. 27. Das obere Ende des Thieres ist etwas nach außen und unten zu umgekehrt.

Fig. 28. Das untere Ende ist etwas nach außen und vorn zu umgekehrt.

Fig. 29. Die Umkehrung am vorderen Ende ist noch weiter vorgeschritten, und das Thier hat die Gestalt eines geschlossenen Ringes angenommen. Das hintere umgekehrte Ende ist in kleine Stückchen zerfallen.

Fig. 30. Das Thier ist noch immer ein geschlossener Ring ohne Mund. Die Tentakel haben eine bedeutendere Größe erhalten.

Fig. 31—40 (Versuch Nr. 76). In Fig. 31 sieht man ein Stück eines Hydrakörpers auf Kork aufgespannt mit dem Entoderm nach oben. Dieses Stück wurde erhalten, indem der Hydra der Kopf weggeschnitten und der Rest der Länge nach gespalten wurde.

Fig. 32. Dasselbe Stück hat durch Kontraktion des Ektoderms eine cylinderförmige Gestalt angenommen. Das Entoderm liegt außen und das Ektoderm innen.

Fig. 33. Dasselbe hat sich wieder von selbst aufgerollt.

Fig. 34. Das Körperstück hat durch Umrollung seine natürliche Lage angenommen mit dem Ektoderm nach außen und dem Entoderm nach innen. An einer Stelle verhinderte ein Algenfaden das Zusammenwachsen der beiden freien Ränder. In

Fig. 35 hat das Thier die eine von diesen Seiten zu einem Fortsatz ausgedehnt. So gelang es dem Thier den Algenfaden allmählich zur Seite zu schieben, wie

Fig. 36 zeigt. Zuletzt schloss sich die Öffnung vollständig.

Fig. 37. Das Thier gezeichnet ungefähr drei Tage nach der Operation. Am hinteren Ende sind schon die Drüsenzellen vorhanden, und das Thier sitzt fest auf dem Boden des Uhrglases.

Fig. 38. Am vorderen Ende bildet sich eine kleine spitzige Ausstülpung, welche sich zu einem Tentakel entwickelt, wie

Fig. 39 zeigt.

Fig. 40 zeigt dasselbe Thier nach sieben Tagen. Es hat jetzt vier Tentakel an dem vorderen Ende.

Tafel XIX.

Alle Figuren wurden nach dem Leben gezeichnet und sind ungefähr (Fig. 53 und 55 ausgenommen) 420mal vergrößert.

Fig. 41—44 (Versuch Nr. 61).

Fig. 41 zeigt eine Hydra, wie sie der Länge nach aufgeschnitten und auf einem Korkstück ausgebreitet wurde.

Fig. 42. Dieselbe 5 Minuten nach der Wegnahme des Kopfes und nach der Behandlung mit Essigsäuredampf. Das Ektoderm zieht sich etwas zusammen.

Fig. 43. Dieselbe fängt an sich aufzurollen.

Fig. 44. Dieselbe 1 Stunde 30 Min. nach der Operation. Das Thier ist lang gestreckt.

Fig. 45—49 (Versuch Nr. 63).

Fig. 45 zeigt eine Hydra, welcher der Kopf abgeschnitten und deren Entoderm theilweise weggenommen wurde. 5 Minuten nach der Operation. Der Körper rollte sich zu einem Cylinder um, und zwar von vorn nach hinten und nicht von der Seite wie gewöhnlich.

Fig. 46. Dieselbe nach 15 Minuten. Das Thier hat sich wieder aufgerollt. Die zwei Seiten näherten sich einander und wuchsen schließlich zusammen.

Fig. 47. Dasselbe nach 2 Tagen mit einem Tentakel.

Fig. 48. Dasselbe Thier nach 4 Tagen. Es hat jetzt zwei Tentakel am vorderen Ende des Körpers.

Fig. 49. Dasselbe nach 7 Tagen mit vier Tentakeln.

Fig. 50—52 (Versuch Nr. 78). Eine Hydra der Länge nach an einer Seite aufgeschnitten und mit zwei Borsten kreuzweise durchbohrt.

Fig. 50 zeigt das Thier gleich nach der Operation.

Fig. 51. Dasselbe von der anderen (ektodermalen) Seite gesehen. Durch Zusammenrollen hat sich das Thier an dem hinteren Ende von der Borste befreit.

Fig. 52. Dasselbe nach $5\frac{1}{2}$ Stunden. Das Thier ist jetzt ganz zusammengewachsen an zwei abgeschnittenen Seiten, und die Borsten stecken noch immer am vorderen Ende des Körpers. Am hinteren Ende sieht man zwei Anhänge, die durch das Wegreißen der Borste verursacht sind.

Fig. 53—54 (Versuch Nr. 31). Eine Hydra zweimal der Quere nach durchschnitten, das mittlere Stück wurde mit einem Glasstäbchen der Länge nach durchbohrt, um zu sehen, ob der Kopf sich am vorderen oder am hinteren Ende neubildet.

Fig. 53 zeigt dasselbe Stück nach $4\frac{1}{2}$ Tagen. Der Körper des Thieres ist der Länge nach durchgerissen und liegt zum großen Theil außerhalb des Glasrohres. Am vorderen Ende haben sich bereits Tentakel entwickelt. Vergr. circa 23mal.

Fig. 54 A zeigt dasselbe Thier nach $3\frac{1}{2}$ Tagen von der Seite gesehen, nachdem es vom Glasröhrchen befreit worden war. Am vorderen Ende treten zwei Mundöffnungen auf, welche noch nicht ganz von einander getrennt sind.

Fig. 54 B. Dasselbe von oben gesehen.

Fig. 55—59 zeigen spontane Umstülpungen der Hydren.

Fig. 55 zeigt ein von selbst umgestülptes Thier mit der Camera gezeichnet. Vergr. circa 20mal.

Fig. 56—58 zeigen eine Hydra in verschiedenen Stadien der Futteraufnahme. Das Futter (Daphnia) ist zu groß, wesshalb das Thier seinen Mund so weit ausgehnt hat, dass der Rand umgeklappt ist, wie man in

Fig. 59 sieht.

Fig. 60—61 (Versuch Nr. 79).

Fig. 60. Eine umgestülpte Hydra wurde durch den Mund des anderen Thieres

460 C. Ischikawa, Trembley's Umkehrungsversuche an Hydra nach neuen Versuchen erklärt.

in dessen Leibeshöhle hineingesteckt. Das innere Thier hat sein hinteres Ende durch das Borstenloch hinausgetrieben.

Fig. 64. Die beiden Thiere nach 12 Tagen gezeichnet. Sie sind zu einem zusammengewachsen und besitzen zwei Mundöffnungen.

Fig. 62 (Versuch Nr. 80). Der vorige Versuch wurde wiederholt, nachdem die beiden Thiere mit einander verschmolzen waren, entstanden an der Stelle, wo zwei freie Mundränder zusammenwachsen, zwei neue Mundöffnungen und ein Paar neue Tentakel.

Fig. 63—65 (Versuch Nr. 84).

Fig. 63. Ein kleines Thier wurde in ein größeres Thier hineingesteckt und beide hierauf mit einer Borste durchbohrt.

Fig. 64. Das innere Thier kroch aus dem äußeren heraus, während ein Stück der Körperwand noch in der Leibeshöhle des äußeren Thieres zurückblieb, und zwar an der Stelle, wo die Borste das Thier traf.

Fig. 65. Dieselbe nach 17 Tagen gezeichnet. Das zurückgebliebene Stück der Körperwand des inneren Thieres verschmolz mit dem Mundrande des äußeren, und es bildete sich eine Brücke zwischen den beiden.

Fig. 66 (Versuch Nr. 82). Zwei Hydren wurden mit zwei Borsten neben einander durchbohrt und das Entoderm der beiden Thiere ist an der Stelle, wo die Borsten durchgehen, zusammengewachsen.

Fig. 67 (Versuch Nr. 83) zeigt den vorigen Versuch, wobei eine vollständige Verwachsung der beiden Thiere stattfand. Diese Verbindungsbrücke besteht aus Ekto- sowie aus Entoderm.

Tafel XX.

ect, Ektoderm; *ent*, Entoderm; *st*, Stützlamelle; *Gph*, männliches Gonophor; *PsR*, Rand des Perisarcrohres.

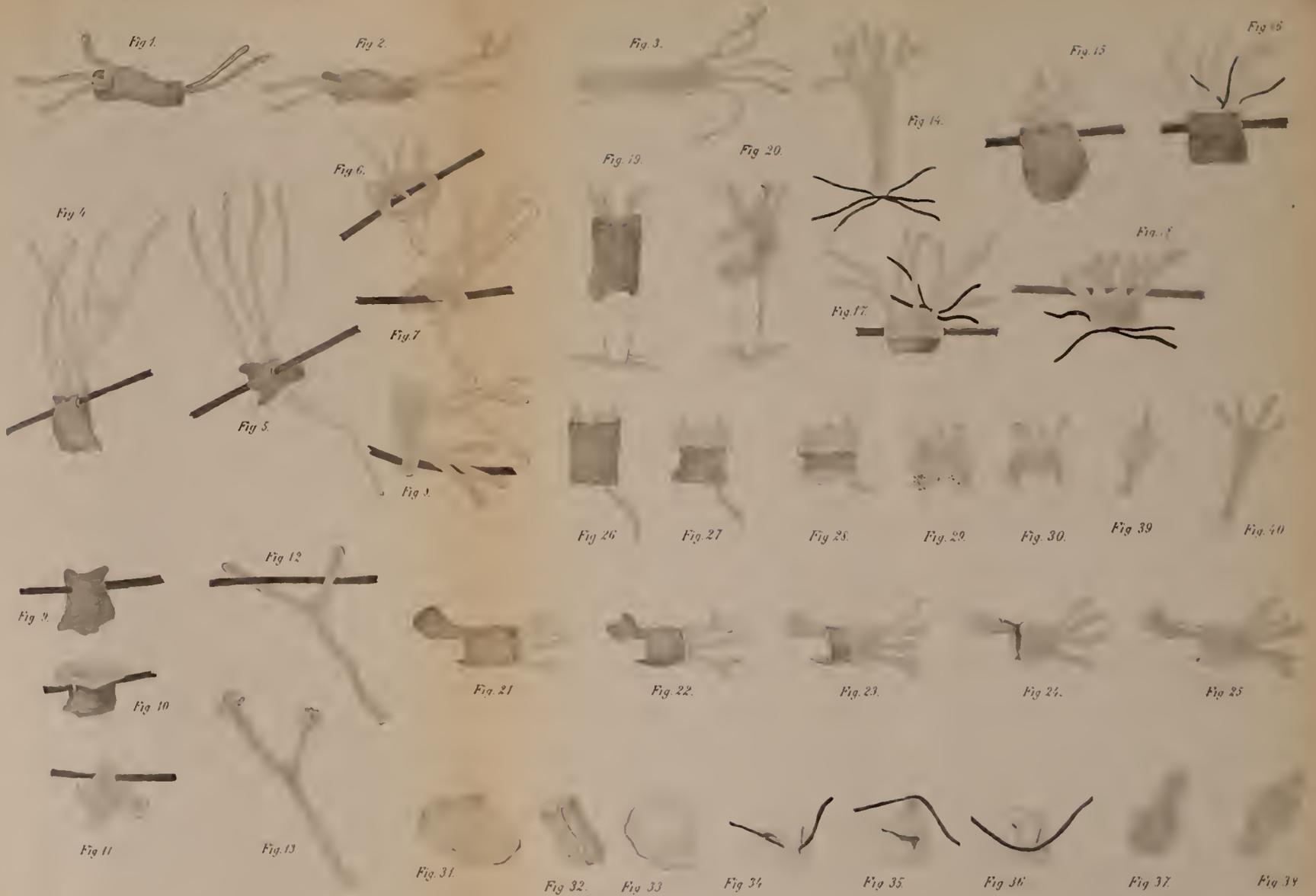
Fig. 68. Längsschnitt eines untersuchten Thieres (Versuch Nr. 48), wie er in Fig. 25 abgebildet ist. Bei genauerer Betrachtung sieht man die Ähnlichkeit der beiden Figuren. Sowohl an der linken als an der rechten Seite ist oben ein Theil des Körpers weggerissen. Der ganze untere Theil, den man auf Fig. 25 auf dem Glasröhrchen sieht, wurde bei der Befreiung der Hydra von dem letzteren weggerissen (FLEMING'sche Lösung, Karminpräparat. Vergr. 0/III, SEIBERT = 80).

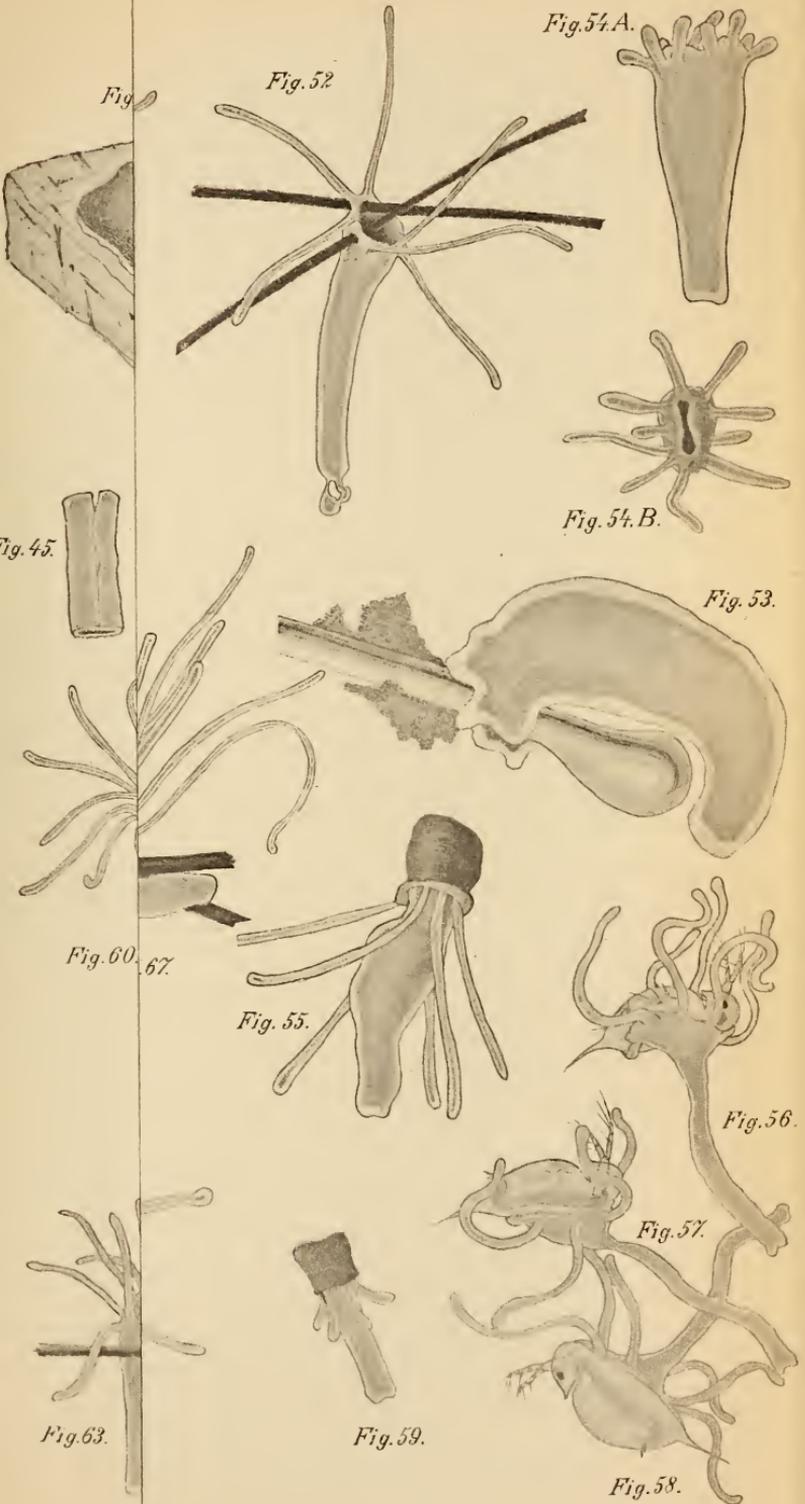
Fig. 69. Längsschnitt einer umgestülpten Hydra, 3 Stunden nach der Operation konservirt. Man sieht viele Kerntheilungsfiguren in Ekto- sowie in Entodermzellen (Vergr. 4/V, SEIBERT = 330).

Fig. 69A. Zwei in Theilung begriffene Entodermzellen aus dem Schnitt Fig. 69 (Vergr. 4/VII, SEIBERT = 850).

Fig. 70. Fünf junge Ektodermzellen (Intermedialzellen) in Theilung begriffen aus einem mit Essigsäuredampf behandelten Ektodermstück eines Hydrakörpers, 2 Stunden nach der Operation konservirt (Vergr. 4/VII, SEIBERT = 850).

Fig. 74. *Corydendrium parasiticum*. Ein von selbst umgestülpter Kopf aus einem männlichen Stocke (Zeichnung von Professor WEISMANN).





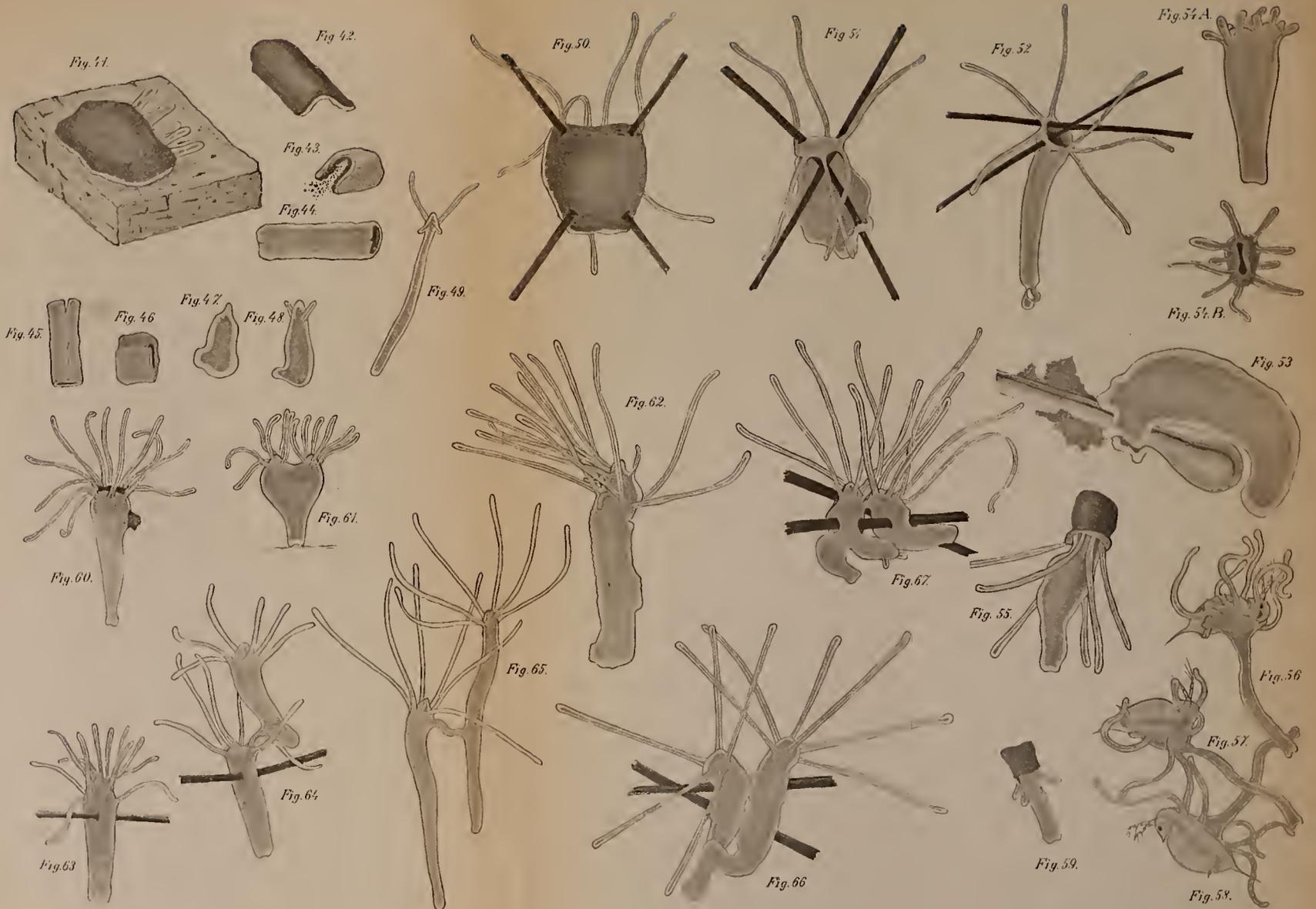




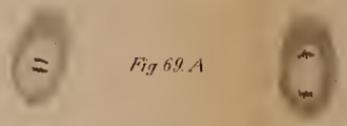
Fig. 70.



Fig. 68.

Fig. 69.





ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie](#)

Jahr/Year: 1889-1890

Band/Volume: [49](#)

Autor(en)/Author(s): Ischikawa C

Artikel/Article: [Trembley's Umkehrungsversuche an Hydra nach neuen Versuchen erklärt 433-460](#)