Mechanik des Trembley'schen Umstülpungsversuches.

Von

M. Nussbaum.

Hierzu Tafel XXVI—XXX und 1 Holzschnitt.

In der von Weismann angefochtenen Kritik¹⁾ belegte ich mit Citaten, dass Ischikawa meine Abhandlung²⁾ nicht genau genug und Trembley's Schriften³⁾ gar nicht gekannt habe.

Wenn der „nicht orientirte“ Leser⁴⁾ den Eindruck erhielt, — wie Weismann meint und fürchtet — die Arbeit Ischikawa's gebe nur eine Bestätigung meiner eigenen Resultate, so habe ich in ganz rechtmässiger Weise erreicht, was ich zu beweisen unternommen hatte.

Die von Weismann⁵⁾ zur Vertheidigung seines Schülers Ischikawa veröffentlichten Bemerkungen gehen auf die Trembley betreffenden Stellen nicht ein; sie reproduciren aus meiner Kritik die mich angehenden Citate zum Theil und versuchen dann den Leser zu folgender Annahme zu bestimmen:

Wenn Nussbaum auch schliesslich von einer Rückstülpung der Leibesschichten spricht, so musste Ischikawa doch zu der Meinung kommen, der Vorgang werde als eine Wanderung des Ectoderm über das Entoderm dargestellt. Hat Nussbaum auch die richtige Ansicht ausgesprochen, so kann ein umgestülpter und quer durchbohrter Polyp doch niemals in der beschriebenen Weise zur natürlichen Lagerung seiner Leibesschichten zurückkehren.

Demzufolge wird es meine Aufgabe sein, aus meiner früheren Abhandlung nachzuweisen,

1) Dieses Archiv Bd. 35.

2) Dieses Archiv Bd. 29.

3) Mémoires, Leide 1744.

4) Siehe die Bemerkungen Weismann's, dieses Archiv Bd. 36, pag. 627.

5) Dieses Archiv Bd. 36, pag. 627—638.

dass man beim aufmerksamen Lesen derselben zu keinen anderen Schlüssen kommen kann, als zu den meinigen, und dass umgestülpte und quer durchbohrte Polypen in der von mir beschriebenen Weise am Leben bleiben.

Da ich aber nach dem Erscheinen der Weismann'schen Bemerkungen mich durch Befragen mehrerer Biologen davon überzeugt habe, dass das Verständniss des von mir beschriebenen Umstülpungsvorganges auf Schwierigkeiten stosse, so musste ich mich dazu entschliessen, neben der Erwiderung auf die Angriffe Weismann's noch eine detaillirtere Auseinandersetzung zu geben und die einzelnen Variationen, durch die ein umgestülpter und gefesselter Polyp zur ursprünglichen Lage zurückkehren kann, im Einzelnen zu besprechen. Alle diese Variationen erfolgen nach demselben, in meiner Abhandlung (dieses Archiv, Bd. 29) dargethanen Princip der einfachen oder complicirten Rückstülpung. Das Princip festzustellen war damals meine Aufgabe, um durch die Widerlegung der alten Trembley'schen Erklärung einen gewichtigen Einwand gegen meine Theorie von der continuirlichen Abstammung durch die Geschlechtszellen zu beseitigen.

I.

Es steht fest, dass Ischikawa die Trembley'schen Versuche über die Verschmelzung zweier Polypen nicht gekannt hat.

Sollte die gleichfalls für neu gehaltene Erklärung des Trembley'schen Umkehrungsversuches bei Ischikawa nicht auf ähnliche Weise zu Stande gekommen sein?

Das ist, was ich dem Leser meiner Kritik zur Beurtheilung überliess. Durch Weismann's Bemerkungen veranlasst, komme ich auf die Untersuchung dieser Frage nochmals zurück und gehe die Bemerkungen der Reihe nach durch.

Entgegen Weismann¹⁾ muss ich statt meiner für Trembley noch immer die Anerkennung fordern, dass er zuerst Polypen umgekehrt und am Leben erhalten habe. Trembley irrte nicht in der Beobachtung, dass nach einiger Zeit bei umgestülpten und mit einer Borste durchbohrten Polypen das Ectoderm wieder aussen liege, sondern in der Deutung dieses Vorganges.

Wie Trembley uns auf Seite 254 seiner vierten Abhand-

1) l. c. pag. 628.

lung zur Geschichte der Polypen berichtet, ging er bei seinem Experiment von dem Gedanken aus, die Bläschen „auf der äusseren Oberfläche der Haut“ füllten sich mit Nährsaft, der von den Bläschen der Magenwand zuerst aufgenommen sei. Er dachte daran, der äusseren Oberfläche diesen gelösten Nährsaft mit Umgehung der Bläschen der Magenwand (oder wie man jetzt sagen würde: der Entodermzellen) direct zuzuführen und suchte zuerst nach einer Nährflüssigkeit, worin er die unversehrten Polypen einsetzen könnte. Da ihm dies nicht gelang, so glaubte er den Beweis für die Möglichkeit einer unmittelbaren Ernährung der äusseren Oberfläche ebenso leicht erbringen zu können, wenn er die Polypen umkehrte, und so die äussere Oberfläche ihrer Haut in den Magen umwandelte.

Nach anfänglich vergeblichen Versuchen gelang ihm in Jahresfrist die erste Umstülpung an einer *Hydra grisea* (seconde espèce, Trembley). Das Fussende eines mit einem Wurm oder einer Insectenlarve vollgepfropften Polypen wurde vermittelst einer Schweinsborste eingestülpt und durch die Mundöffnung wieder nach aussen geführt. Trembley überzeugt sich durch directe Beobachtung mit einer Lupe von dem Erfolg: die innere Oberfläche liegt in der That aussen. Bald nach der Umstülpung schliesst sich die Mundöffnung des Polypen, und seine Lippen kehren sich sogar ein wenig einwärts; dann aber stülpen sich die Lippen nach auswärts, und der Polyp ist vor Ablauf einer Stunde wieder zur früheren Lage zurückgekehrt. Bei manchen Exemplaren dauert die Rückstülpung ungefähr 24 Stunden. Die zurückgestülpten Polypen fressen, wachsen, vermehren sich: man kann sie von anderen nicht unterscheiden.

Dieser Versuch entsprach jedoch nicht den gehegten Erwartungen. Trembley musste einen Polypen in umgekehrtem Zustande am Leben erhalten. Es schloss sich der Versuch an, den umgekehrten Polypen mit einer Borste zu durchbohren und an der Rückstülpung in die natürliche Lage zu hindern.

Nach Trembley's Versicherung macht es den Polypen nichts aus, gespiesst zu sein: sie fressen und vermehren sich weiter.

Trembley beschreibt weiter einen Versuch, den ich schon in meiner Abhandlung über die Polypen wieder anzustellen versprochen habe, zu dessen Ausführung es mir bis jetzt jedoch an der nöthigen Zeit gebrach. Man findet in der zweiten Abthei-

lung der vorliegenden Abhandlung die Beschreibung des von mir nunmehr wiederholten Versuches. Was Trembley selbst mittheilt, gewährt keine klare Vorstellung über den Vorgang.

Es handelt sich um die Umstülpung von Polypen mit anhaftender Knospe, wenn die Magenräume des erwachsenen Thieres und der Knospe noch miteinander zusammenhängen.

Der Einfachheit halber möge die betreffende Stelle aus Trembley's vierter Abhandlung hier wörtlich folgen.

Pag. 262: „L'ouverture de communication, qui est encore entre l'estomac de ces petits et celui de leur mere, est encore dans toute sa grandeur. Lorsque la mere est retournée, le jeune peut se retourner de lui-même; et c'est ce qu'il fait. Il arrive alors précisément ce qui arriveroit, si, après avoir retourné un gant, les doigts de ce gant se retournoient d'eux mêmes. Si on observe avec attention le corps de la mere, d'abord après quelle a été retournée, on voit, à l'endroit ou tient un de ces jeunes dont je parle, un creux qui peu-à-peu se remplit; après quoi, on distingue sensiblement le corps du jeune Polype, qui en sort en se retournant. C'est ce que j'ai vu plusieurs fois et avec un très grand plaisir. Il ne faut que quelques minutes, pour que le petit Polype soit tout-à-fait retourné. Ensuite, il continue à croître, il se détache de sa mere, et ne diffère en rien de tout autre Polype. J'ai nourri de pareils jeunes, et eux et leurs petits ont multiplié dans mes verres.

Wer die Beschreibung aufmerksam liest, wird finden, dass in der Beobachtung eine empfindliche Lücke ist. Der Ausdruck „retourné“ in dem Satze: „Il ne faut que quelques minutes pour que le petit Polype soit tout-à-fait retourné“ spricht zwar dafür, dass die Knospe bei der Umstülpung der Mutter nicht sofort mit umgestülpt gewesen sei, sondern erst später diese Umstülpung spontan vollzogen habe. Wäre dem nicht so, so würde die Knospe auch nicht im Leibe der Mutter, sondern wieder wie vor der Umstülpung aussen gesessen haben.

Ferner gebraucht Trembley stets für die Umstülpung, d. h. — im Sinne unserer heutigen Kenntnisse über die Polypen ausgedrückt — sobald das Entoderm aussen liegt, das Wort retourner; deretourner dagegen, wenn das Ectoderm sich wieder aussen befindet, nachdem ein umgestülpter aber nicht mit einer Borste durchbohrter Polyp sich zurückgestülpt hat.

Es kommt aber nicht darauf an, mit Worten zu streiten, sondern durch die Beobachtung die jedenfalls richtigen aber nicht vollständigen Angaben Trembley's zu ergänzen.

Bis jetzt sind wir nicht darüber unterrichtet, wie eine junge Knospe nach Umstülpung ihrer Mutter in die natürliche Lage zurückkehre.

Wir sind durch Trembley auch nicht damit bekannt gemacht worden, auf welche Weise an einem umgekehrten Polypen sich die ursprüngliche Lagerung der Theile wiederherstelle.

Wohl findet sich pag. 263 der vierten Abhandlung folgende Stelle: *La superficie extérieure d'un Polype, nouvellement retourné, n'est pas d'abord aussi unie que celle d'un Polype non retourné. Elle est telle, que j'ai décrit, dans le premier Mémoire (pag 55), la superficie intérieure de la peau des Polypes. Il arrive même, la plupart du tems, que plusieurs des grains, qui tapissent cette superficie extérieure d'un Polype retourné, se détachent: elle paroît pendant quelques jours environnée de ces grains qui s'en séparent: mais, ensuite, elle devient absolument aussi unie que l'est la superficie extérieure des Polypes qui n'ont pas été retournés.*

Daraus geht sachlich so viel hervor, dass nach einiger Zeit bei einem umgekehrten und aufgespiessten Polypen die ursprüngliche Lage der Theile wiederhergestellt ist, dass das Ectoderm sich wieder aussen befinde. Dies ist unwiderleglich, da Trembley mit seinen optischen Hilfsmitteln schon sehr wohl Ectoderm von Entoderm zu unterscheiden vermochte. Trembley hat einen umgekehrten Polypen mehr als zwei Jahre am Leben erhalten.

Damit endet die Beschreibung des Umkehrungsversuches. Der folgende Theil der Abhandlung ist der Beschreibung nicht hierher gehöriger Experimente gewidmet.

Man vermisst ein Raisonnement über die Bedeutung, die Trembley dem Umkehrungsversuch beimisst und namentlich eine Auseinandersetzung über die das Experiment veranlassende Absicht zu erfahren, ob Bläschen der äusseren Hautoberfläche denn in der That direct Nahrung aufnehmen können, wenn sie in die geeigneten Bedingungen versetzt werden.

Wie Trembley sich den Vorgang vom Beginn der Umstülpung bis zur Wiederherstellung der natürlichen Lagerung der Leibesschichten vorstelle, kann aus einer auf pag. 253 zu den

Umstülpungsversuchen gegebenen einleitenden Bemerkung geschlossen werden.

Pag. 253: „Si j'avois sçu qu'un morceau de peau de Polype pouvait devenir un Polype complet, seulement en s'enflant de manière qu'il se forme dans le milieu de cette peau simple un vuide qui devient l'estomac du Polype; si dis-je, j'avois sçu cela, j'aurois eu plus d'esperance de voir vivre un Polype retourné: j'aurois déjà eu une preuve que la superficie intérieure de la peau d'un Polype peut devenir, au moins en partie, superficie extérieure, ainsi qu'on l'a vu dans les Expériences précédentes. Mais, lorsque j'entrepris de retourner les Polypes, je n'avois pas encore fait ces Expériences.“

Somit war Trembley, soweit unsere Kenntniss reicht, der Erste, der mit Erfolg Polypen umkehrte und am Leben erhielt.

An dieser Sachlage wird Nichts geändert, ob man Trembley's Beschreibungen Glauben schenkte oder nicht.

Da nun in der That, was ich bisher nicht geglaubt habe, der Versuch eine besondere Geschicklichkeit vorauszusetzen scheint, so konnte es mir nur erwünscht sein, wenn Weismann in seinem Schüler Ischikawa den rechten Mann entdeckt hatte, der die nöthige feine Untersuchungsgabe besass, die seit beinahe 150 Jahren beschriebenen, aber mehr oder weniger angezweifelte Versuche der Umstülpung von Polypen nochmals zu wiederholen. Mir würde eine Bestätigung der von mir aus meinen Versuchen abgeleiteten Ansichten durchaus nicht überflüssig erschienen sein; da jedes Experiment unter den geeigneten Bedingungen, hier unter der Voraussetzung einer besonderen Geschicklichkeit, muss wiederholt werden können.

Damit erledigt sich auch die Frage, ob ich die „Form“ der Ischikawa'schen Publikation hätte für die richtige halten müssen. Ebenso wenig als ich in der Ischikawa'schen Arbeit einen persönlichen Angriff gefunden habe, ebenso wenig erwiderte ich in gereiztem Tone; ich überliess dem Leser, sich ein Urtheil zu bilden, ob Ischikawa oder ich den Trembley'schen Umkehrungsversuch an Hydra erklärt habe.

Kam der Leser zu der Ansicht, oder hatte er sie sich schon früher gebildet, dass vor Ischikawa schon ich die richtige Erklärung gegeben hätte, so war die „Form“ der Ischikawa'schen Veröffentlichung verfehlt; da sie nur eine — mir immer-

hin werthvolle — Bestätigung bekannter, aber nur unter günstigen Bedingungen zu beobachtender Thatsachen enthielt.

Wir kommen jetzt zu dem sachlichen Theil der Weismann'schen Bemerkungen (l. c. pag. 629).

Nach Weismann suchte Ischikawa zu zeigen, „dass die Borste nur scheinbar ein Hinderniss für die Umstülpung ist, dass sich in Wahrheit der Polyp an der einen Seite der quer durch seinen Körper gesteckten Borste hervorstülpt, was natürlich nur dann vollständig gelingen kann, wenn die Substanz des Thieres an der anderen Seite schliesslich einreisst, um sich nach dem Durchpassiren der Borste wieder zusammenzuschliessen.“

Der Autor der Bemerkungen ist ganz im Recht, wenn er annimmt, ich verstehe diese Erklärung des Vorganges; ich bestreite aber, dass sie neu sei und bestreite, dass umgekehrte Polypen ausschliesslich auf diese Weise sich wieder zurückstülpen. Es ist gar nicht nöthig, dass die Substanz des Thieres an der anderen Seite einreise.

Man betrachte nur den auf Tafel XIV, Fig. 47 meiner Abhandlung vom Jahre 1887 (dieses Archiv Bd. XXIX) abgebildeten Polypen. Die Zeichnung ist nach einem lebenden Polypen gefertigt, der umgestülpt und mit einem Silberdraht quer durchbohrt auf eine Kautschukplatte gespiesst wurde und der nach drei Tagen, wie die citirte Figur zeigt, noch immer völlig durchbohrt auf der Platte haftete. Wir kommen noch auf diesen Versuch später zurück.

Weismann und Ischikawa haben beide die Vorstellung, Nussbaum lasse die Restitution des umgestülpten Polypen durch active Wanderung der Ectodermzellen erfolgen. Dafür citirt Weismann mit einigen Abkürzungen nochmals zwei schon von Ischikawa abgedruckte Stellen meiner Abhandlung und eine dritte in meiner Kritik enthaltene Stelle aus derselben Quelle.

Vergleicht man die Weismann'schen Citate und die sie verbindenden Worte: „Dann aber folgt die von Nussbaum etc.“ (pag. 629) mit dem Text meiner Abhandlung auf den beiden Seiten 342 und 343 (dieses Archiv Bd. XXIX), so findet man, dass diese beiden Gruppen von Citaten in meiner Abhandlung durch eine für das Verständniss nicht unwichtige Auseinandersetzung von einander getrennt sind, also nicht so unvermittelt einander folgen, wie Weismann es darstellt.

Die beiden ersten Citate Weismann's auf Seite 629 des 36. Bandes sind der mit Seite 342 des 29. Bandes zu Ende gehenden Beschreibung meiner Versuche entnommen und enthalten die Schilderung dessen, was man ohne weitere Präparation am lebenden Thiere „bei öfterem Untersuchen mit nicht zu schwachen¹⁾ Linsen“ (pag. 339) erkennen kann. Der Abschnitt schliesst bei mir mit den Worten (pag. 343):

„Hiermit sei der Beschreibung der ohne weitere Präparation an lebenden umgestülpten Polypenleibe wahrnehmbaren Veränderungen genug.“

Ehe nun die von Weismann in seinen Bemerkungen mit einigen Auslassungen am Fusse der Seite 629 abgedruckte Stelle folgt, spreche ich mich in meiner Abhandlung zusammenfassend über das aus, was an umgestülpten und mit einem durchbohrenden Draht an der Rückstülpung gehinderten lebenden Polypen unter dem Mikroskop zu sehen ist. Es ist in der That nur Ectoderm zu sehen, und jeder unbefangene Beobachter würde glauben, es sei das Ectoderm allein, „das stets in dünner Schicht, wie ein zarter Schleier mit seinen Muskelzellen und den Nesselapparaten von den drei bestimmten Lokalitäten, der Mundöffnung und den beiden durch den fixirenden Silberdraht gemachten Stichöffnungen“ her vordringt. Die zu den beiden ersten Citaten Weismann's gehörigen Stellen meiner Abhandlung schildern somit, was man am lebenden Versuchsthier unter dem Mikroskop sehen kann.

War nun durch die Beobachtung am lebenden Thiere schon nachgewiesen, dass das Entoderm sich nicht in Ectoderm umwandelte, wie Trembley geglaubt hatte, so suchte ich durch die weitere Untersuchung der im Leben beobachteten Versuchsthiere Aufschluss darüber zu erhalten, ob denn in der That, wie es nach den bis dahin von mir gewonnenen Erfahrungen schien, allein das Ectoderm von den drei genannten Punkten über das Entoderm hinkrieche.

Zu dem Zwecke tödtete ich die Versuchsthiere in verschiedenen Stadien der Rückbildung ab, zerlegte sie in feine Schnitte und gab in dem mit dem Weismann'schen dritten Citat: „Da man nun“ etc. eingeleiteten Abschnitt meiner Abhandlung²⁾ die

1) Zeiss A (siehe l. c. pag. 325).

2) Dieses Arch. Bd. 29, pag. 343.

Beschreibung dessen, was an den in feine Schnitte zerlegten, vorher umgestülpten Polypen zu sehen ist. Dabei zeigte sich, dass das Ectoderm mit der Stützlamelle, und, wie man annehmen muss, auch mit dem zugehörigen Entoderm über das vorher nach aussen verlagerte Entoderm hinzieht.

Wenn nun Weismann glaubt, dass „Nussbaum jetzt also bei der Ansicht angelangt sei, dass an diesen Stellen eine partielle Umkrepelung stattfindet“, so hätte Ischikawa uns Allen gewiss einen Dienst erwiesen, wenn er von dieser meiner Ansicht Notiz genommen hätte.

Weismann sucht die Beweiskraft der Thatsachen, die ich für diese meine Anschauung vorgebracht habe, zu entkräften und wiederholt nochmals den theilweise schon von Ischikawa gemachten Einwand, „dass aus dem Stichkanal keine Zurückstülpung erfolgt und dass der weisse Schleier, den Nussbaum beschreibt und abbildet, wie er sich vom Stichkanal aus über die Aussenfläche des umgestülpten Polypen hinzieht (s. a. a. O. Tafel XIX, Fig. 104), entweder auf einer Quellung der Entodermzellen durch Wirkung des Wassers, oder auf einer wirklichen Auswanderung später zu Grunde gehender Ectodermzellen beruht, die aber mit der eigentlichen Restitution der Schichten nichts zu thun hat“.

Ischikawa habe ich auf diese Einwendung nicht geantwortet, weil ich mich in meiner Abhandlung hinlänglich darüber ausgewiesen hatte, dass ich Ectoderm von Entoderm zu unterscheiden verstehe¹⁾.

Auf die von Weismann hinzugefügte Alternative, es möge der Schleier aus später zu Grunde gehenden Ectodermzellen bestehen, kann ich vorläufig nur erwidern, dass diese Erklärung meiner Beobachtungen ebenfalls nicht zutrifft. Man findet im

1) Vgl. dazu noch folgende Stellen. Pag. 329 des 29. Bandes dieses Archivs: „oft genug ging ein grosser Theil des umgestülpten und nach aussen gekehrten Entoderm in Fetzen ab und löste sich völlig im Wasser auf.“ Pag. 341. „Von den Wundöffnungen und von den Tentakeln zieht sich das Ectoderm 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.“

experimentellen Theil dieser Abhandlung die Beweise für meine Behauptung, freilich nur in einer Wiederholung meiner alten Beobachtungen.

In seinen Bemerkungen sucht Weismann nunmehr die Deutung zu widerlegen, die ich den in Fig. 14—30 der Ischikawa'schen Abbildungen zu Grunde liegenden Versuchen gegeben hatte.

Für die Fig. 14—18 (Versuch Nr. 15, Ischikawa), muss man gestehen, ist der Erfolg auf Weismann's Seite, nachdem er die Fig. 18 anders orientirt, d. h. um 180° gegen die Ischikawa'sche gedreht hat. Mein Einwand bezog sich auf die Ischikawa'sche Originalfigur 18, die als solche niemals für eine erfolgte Rückstülpung beweisend sein konnte. Ich weiss, dass ausser mir noch vielen Anderen die Ischikawa'schen Figuren und die zugegebenen Erläuterungen unverständlich blieben.

Da nach Weismann's Holzschnitten die Tentakel aber in der That lagen, wo sie nach meiner Argumentation hätten liegen müssen, wenn der Polyp, wie wir jetzt wissen, sich wirklich in toto umgestülpt hatte, so ist damit dieser Punkt erledigt.

Auf die Ischikawa'schen Figuren 19—30 geht Weismann nicht ein. Da an diesen Versuchsthieren sicher keine Rückstülpung im Sinne Ischikawa's vorgekommen ist, und ich vor wie nach in denselben eine werthvolle Bestätigung des von mir zuerst beschriebenen Vorganges der gleichzeitigen Rückstülpung von verschiedenen Stellen her erblicke, so will ich diesmal eingehender auf dieselben zurückkommen.

Zuvor müssen wir jedoch an einem Handschuhfinger als Modell untersuchen, welche Lageveränderungen für verschiedene Formen der Umstülpung charakteristisch sind, um aus diesen Betrachtungen sichere Daten zu gewinnen für die Beurtheilung der stattgehabten Verlagerungen nach Ablauf eines Versuches am lebenden Polypen.

Tafel XXVI, Figur 1—5.

1) Ein Handschuhfinger, dessen eine Seite gegen das offene Ende zu mit einer Nadel von aussen nach innen durchbohrt und auf einer Unterlage befestigt ist, wird nach der Umstülpung vorn mit hinten vertauscht haben, d. h. das offene Ende wird jetzt da liegen, wo die geschlossene Fingerspitze zuvor gelegen hatte.

mi
mi
Zak
mi
Niste
müß
zu Ma
Zhu
Frank
chi

Die Nadel geht jetzt nicht mehr von aussen nach innen durch die durchbohrte Seite hindurch, sondern von innen nach aussen. Man kann dem Handschuhfinger seine frühere Orientirung mit Bezug auf die Längsaxe wieder geben, wenn man ihn 180° um die fixirende Nadel rotirt: dann liegt das offene Ende wieder genau so, wie vor der Umstülpung, aber die vorher sichtbare Nadel wird dem Beschauer jetzt durch die nicht durchbohrte Seite des Handschuhfingers verdeckt. Man kann weiter durch Rotation von 180° um die Längsachse des Fingers die Nadel zum grössten Theil wieder sichtbar machen. Dann ist der Handschuhfinger aber nicht mehr an der aufwärts gerichteten Wand, sondern an der unteren durchbohrt. Die Nadel bleibt bei dieser Rotation um die Längsachse des umgestülpten Fingers von innen nach aussen durchgestochen.

Tafel XXVI, Figur 6—8.

2) Führt man an einem Handschuhfinger durch die untere Wand von innen nach aussen eine Nadel durch und stülpt das blinde Ende durch das offene hindurch, so vertauschen wieder die beiden Enden der Längsachse des Fingers ihren Platz. Man kann aber jetzt, wenn die durchgesteckte Fingerspitze vor der völligen Durchstülpung gefasst und über den oberen Rand des offenen Endes vom Handschuhfinger in ihre alte Richtung zurückgeführt wird, durch einfaches Umklappen die beiden Enden trotz der Umstülpung wieder so lagern, wie sie vor der Umstülpung gelegen hatten. Die Nadel steckt aber jetzt in der oberen Wand des offenen Endes von aussen nach innen und der Finger hat seine obere Fläche mit der unteren vertauscht.

Tafel XXVI, Figur 9—12.

3) Man kann aber auch an einem Handschuhfinger eine Nadel durch die obere und untere Wand hindurchstecken, den Finger also doppelt durchbohren, ohne dass die Möglichkeit ihn umzustülpfen geschwunden wäre, sobald die Durchstechung nur seitlich genug liegt, um den durchzustülpenden Finger vorbeiführen zu lassen. Die Enden der Längsaxe vertauschen nach der Umstülpung ihren Platz. Konnte man bei der Seitenansicht die durchgesteckte Nadel im Innern des vorderen Fingerendes sehen, so wird sie jetzt durch die nicht durchbohrte Partie des vorderen

Endes verdeckt. Man kann aber wiederum den Handschuhfinger durch Drehung von 180° um die Nadel mit Bezug auf sein blindes und offenes Ende so legen, wie vor der Umstülpung. Nur liegt jetzt die Nadel auf der dem Beschauer zugewandten Seite mit ihrem Mittelstück an der Aussenseite des Fingers, die Enden ragen aus der Lichtung hervor.

Bei der vorausgehenden Schilderung ist die Nadel jedesmal senkrecht auf einer Unterlage befestigt gedacht; es ändert aber offenbar an dem Ganzen nichts, wenn die Nadel horizontal durchgesteckt und in dieser Lage fixiert wäre.

Es wäre also möglich, dass ein umgestülpter Polyp, der nach einer der vorbeschriebenen Arten mit einer Borste oder mit einem Draht durchbohrt wurde, sich zurückstülpe. Es muss dann aber abgesehen von der Umkehrung seiner Leibesschichten auch vorn mit hinten vertauscht sein. Um diese Fälle handelt es sich aber gar nicht bei dem Umkehrungsversuch Trembley's und der zugehörigen Erklärung.

Auch der folgende Verlauf eines Umstülpungsversuches gehört nicht hierher.

Tafel XXIX, Figur 11 a und b.

4) Rückt die durchbohrende Nadel weiter gegen das blinde Ende des Handschuhfingers zu, so tritt der von Weismann als die einzige Möglichkeit für die Rückstülpung eines doppelt durchbohrten Polypen hingestellte Fall ein. Wie Fig. 11 b der Taf. XXIX zeigt, wird die völlige Umstülpung des vorderen Endes durch die von der Nadel gefasste und zwischen den beiden Löchern gelegene Partie gehindert. Die Nadel muss aus einem Loch zurückgezogen werden, dann kann die völlige Rückstülpung wie in Fig. 3, Tafel XXVI stattfinden. In Fig. 11 a ist das Ausgangsstadium dieser Abart des Umkehrungsversuches dargestellt. Man gelangt zu dem Endstadium in Figur 11 b derselben Tafel XXIX, wenn man den Handschuhfinger vom blinden Ende aus ein- und durchstülpt, 180° um die Nadel dreht und das blinde Ende nach abwärts klappt. Die Nadel ist horizontal durchgebohrt und in dieser Lage befestigt.

Hier handelt es sich vielmehr um umgestülpte und durchbohrte Polypen, die während der von mehreren Stellen aus erfolgenden Rückstülpung durchbohrt bleiben und in Folge dessen die Characte-

ristica der einfachen Um- oder Rückstülpung mit Bezug auf die Längsaxe nicht zeigen: d. h. um umgestülpte Polypen, die, wenn sie aussen statt des Entoderm ganz wie normale Polypen wieder Ectoderm zeigen, trotzdem die absolute Lage von Mund und Fuss im Raume nicht gewechselt haben. Es muss somit die Frage entschieden werden, ob ein an der einheitlichen Rückstülpung von vorn nach hinten oder von hinten nach vorn gehinderter umgekehrter Polyp lebensfähig sei, und auf welche Weise das Ectoderm wieder aussen zu liegen komme.

Wir argumentirten nach der von Trembley gelieferten Beschreibung, dass der von ihm umgestülpte und durchbohrte Polyp in Fig. 16, Taf. XI seines Buches zu dieser Kategorie gehörte. Er versichert uns, dass das Thier am Leben blieb, dass die innere Haut zur äussern sich umwandle. Somit ist nicht daran zu zweifeln, dass das Ectoderm an diesem auf der Borste verbliebenen Polypen wieder aussen lag. Von einer Rückstülpung berichtet Trembley Nichts. Wir machten dabei die Annahme, dass wenn eine Rückstülpung vorgekommen wäre, sie von Trembley, der diesen Vorgang in anderen Versuchen oft genug beobachtet hatte, nicht würde übersehen worden sein. Leider kann man keinen zwingenden Beweis für diese Annahme beibringen, da es ein Ding der Unmöglichkeit ist, viele Stunden continuirlich zu beobachten, und Trembley dies auch sicher nicht gethan hat. Man könnte wegen der von Trembley gewählten Manier der Aufhängung des umgestülpten Polypen an einer Borste immerhin den Einwand machen, der Polyp habe sich doch in toto zurückgestülpt und sei späterhin durch Drehung um seine Queraxe zur anfänglichen Lage zurückgekehrt, d. h. Mund oben und Fuss unten bei der Trembley'schen Versuchsanordnung.

Bei meinen Versuchen habe ich nun umgestülpte Polypen am Leben erhalten, die nicht durch einfache und einheitliche Rückstülpung ihre Leibesschichten umkehren konnten, so dass Ectoderm wieder aussen lag. Die Polypen meiner Versuche waren wirklich durch den durchgestossenen und senkrecht auf einer Platte befestigten Draht daran gehindert.

Die Möglichkeit eines derartigen Experiments bestreiten Ischikawa und Weismann. Damit wäre der Trembley'sche Versuch aus der Welt geschafft und man müsste mit Ischikawa annehmen, dass ein an der einheitlichen, von Weismann in

seinen Holzschnitten erläuterten Rückstülpung gehinderter Polyp zu Grunde gehen müsse.

Die Versuche Ischikawa's, zu denen die Figuren 19—20 und 26—30 gehören, wurden in meiner Kritik, wie oben erwähnt, gedeutet, wie ich meine eignen Versuche und den Versuch Trembley's erklärt habe, und ich will jetzt ausführlicher an Ischikawa's Figuren zeigen, dass ein Polyp doch am Leben bleiben kann, wenn er an der einheitlichen Rückstülpung gehindert und gezwungen ist, von zwei oder mehreren Stellen aus Rückstülpungen auszuführen.

Wie oben auseinandergesetzt wurde, kann ein durchbohrter, umgestülpter Handschuhfinger nach der Rückstülpung nur durch Rotation um eine Queraxe, die mit der fixirenden Nadel zusammenfällt, in seine ursprüngliche Lage mit Bezug auf sein offenes und blindes Ende zurückgebracht werden.

In Ischikawa's Versuchen, wo der umgestülpte Polyp auf dem Glasstäbchen verblieb, fiel aber das Fixierungsmittel in die Längsaxe der Versuchsthiere (l. c. Figg. 19—30); es konnte somit keine Drehung der Thiere um eine Queraxe erfolgen. Lag deshalb das Mundende vor der Rückstülpung und nach derselben oben am Glasstab, so konnte dies keine einfache Rückstülpung nach Art eines Handschuhfingers sein, da ihr die Merkzeichen derselben fehlen.

Die Ischikawa'schen Versuche eignen sich deshalb ganz besonders zum Nachweis, dass eine mehrfache, von verschiedenen Stellen aus getrennt erfolgende Rückstülpung an dem an einer einheitlichen Rückstülpung gehinderten Polypen möglich ist. Denn man kann auch ohne continuirliche Beobachtung eine einfache Rückstülpung in diesen Versuchen ausschliessen.

Wählen wir für unseren Beweis die zum Versuch 17 gehörigen Fig. 21—25 der Ischikawa'schen Abhandlung aus.

Ein Polyp war über ein Glasstäbchen umgestülpt und etwas unter seiner Leibesmitte von demselben Glasstäbchen durchbohrt worden, so dass das tentakelführende vordere Ende das Glasstäbchen einhüllte, das hintere Ende dagegen frei war. Nach Ischikawa's Beschreibung und den beigelegten Abbildungen stülpte sich das hintere Ende zurück wie ein Handschuhfinger. Da nun gemäss Fig. 23 das blinde Fussende des zurückgestülpten hinteren Abschnittes wieder so lag wie in Fig. 21 und 22, d. h. wie

vor der Rückstülpung, so muss dieser Theil eine Drehung um seine Queraxe vollzogen haben und der Eingang zu seinem Inneren von der dem Beschauer zugewandten auf die entgegengesetzte Seite gerückt sein. (Vgl. auf Seite 522 die Anseinandersetzung über die Umstülpung eines einseitig am offenen Ende durchbohrten Handschuhfingers Absatz 1); ebenso Taf. XXVI, Fig. 1—5). Am tentakelführenden Ende erschien gleichzeitig mit der Rückstülpung des vorhin betrachteten Theiles das Ectoderm wieder auf der Aussenfläche; die Rückstülpung erfolgte aber nicht wie beim hinteren Ende, da die Tentakel in ihrer Lage verharreten und eine Drehung um die Queraxe durch die Versuchsanordnung ausgeschlossen ist.

An diesem vorderen Abschnitt erfolgte eine Rückstülpung der Leibesschichten vom Mundrande und von der in der Mitte des Körpers gelegenen Wundfläche her, die zur Verwachsung führte, wie Ischikawa in seiner Tafelerklärung auf Seite 458 (Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. 49) selbst angiebt. „Der freie Rand des Körpers mit a bezeichnet schob sich weiter nach oben zu und wuchs endlich mit dem freien Rande des Mundes zusammen.“

Hätte Ischikawa den in Fig. 30 (l. c.) dargestellten Polypen in feine Schnitte zerlegt und ebenso das tentakelführende Ende statt des Fussstückes aus Fig. 25, so würde er gewiss Bilder erhalten haben, die ihn mit meiner Erklärung des Trembley'schen Versuches mehr befreundet hätten. In solchen Präparaten würde innen und aussen Ectoderm gelegen haben, dazwischen Entoderm. Ectoderm und Entoderm wären durch die Stützlamelle mit einander verbunden gewesen. Um kein Missverständniss aufkommen zu lassen, soll die Schichtfolge von einer Seite eines Querschnittes solcher Polypen bis zur andern hier aufgezählt werden: Ectoderm, Stützlamelle, Entoderm, Stützlamelle, Ectoderm; Loch, wo die Borste gelegen hatte; Ectoderm, Stützlamelle, Entoderm, Stützlamelle, Ectoderm.

Das könnte man an einem aus der Umstülpung zur normalen Lagerung des Ectoderm durch einfache uncomplicirte Rückstülpung zurückgekehrten Polypen nicht finden. Das Fussende der Fig. 25 (Tafel 18 der Ischikawa'schen Abhandlung) ist durch einfache Rückstülpung zur normalen Lage zurückgekehrt: deshalb bietet der Schnitt in Figur 68, Tafel XX l. c. Nichts zur Erklärung des Trembley'schen Versuches.

Das vordere Ende dagegen hat sich vom Mundrande und der Wundfläche aus gleichzeitig und in entgegengesetzter Richtung, vom Mundrande von vorn nach hinten, vom Wundrande von hinten nach vorn zurückgestülpt, bis beide Ränder mit einander verwachsen konnten.

Das ist aber genau dasselbe, was ich von der Verheilung der vom Mundrande und den Wundöffnungen meiner Versuchsthiere her vorkriechenden freien Ränder gesagt habe.

Es ist somit möglich, einen umgestülpten Polypen am Leben zu erhalten, der an der einheitlich vom Mund zum Fuss oder vom Fuss gegen den Mund zu erfolgenden Rückstülpung gehindert ist, wie dies Fig. 47 meiner früheren Abhandlung zeigt. An diesem Polypen liegt das Ectoderm wieder aussen; der Polyp lebt und ist vor wie nach von einer Borste quer durchbohrt. Er kann sich somit nicht in der Art, wie Weismann sie in seinen Holzsehnitten illustriert hat, zurückgestülpt haben. Uebrigens war an meinem Polypen die absolute Lage von Mund und Fuss vor und nach der Rückstülpung dieselbe, was gleichfalls unmöglich wäre, wenn der Polyp sich einfach vom Fuss durch das Innere hindurch zurückgestülpt hätte. Ich begnüge mich vorläufig mit dem bisherher geführten Beweise, um im zweiten Abschnitt ausführlich zu zeigen, dass neben der von Weismann als der einzig möglich hingestellten Art der Rückstülpung noch eine Reihe anderer vorkommt.

Ob dabei, wie Weismann als unbedingt nothwendig voraussetzt (l. c. pag. 630) eine mehrfache Zerreißung des ganzen Polypen sich ereignen müsse, wollen wir im zweiten Abschnitt an einem Handschuhfinger als Modell prüfen. Am Handschuhfinger sind die von Weismann bezweifelte Formen der Rückstülpung, wie ich im Voraus bemerken will, ohne irgend welche Zerreißung angängig. Es dürfte also wahrscheinlich sein, dass der contractile und zugleich stark dehnbare Polypenleib ohne Schaden einen Vorgang vollziehen könne, der ohne Zerreißung am Handschuhfinger vorzunehmen ist.

Weismann bildet zwar einen mit zwei Borsten kreuzweise durchbohrten Polypen ab, der einen Tag nach der Umstülpung zu Grunde ging. Man wird sich doch wohl hüten müssen, einen Versuch mit negativem Erfolge für einen Beweis gegen die Möglichkeit eines andern Versuches mit positivem Ergebniss zu halten. Bei Trembley's, meinen eigenen Versuchen, den Versuchen

Ischikawa's sind viele umgestülpte, undurchbohrte oder durchbohrte Polypen zu Grunde gegangen, andere haben sich zu vielköpfigen Hydren umgestaltet. Sehr viele Experimentatoren haben vergeblich den Versuch angestellt. Giebt das ein Recht zu sagen, die Möglichkeit, ein umgestülpter und an der einfachen totalen Rückstülpung gehinderter Polyp könne am Leben bleiben, sei ausgeschlossen?

Nun noch ein Wort zur „heimlichen“ Rückstülpung. Da ich gesehen hatte, dass die Verlagerung des Ectoderm auf die Aussenseite eines umgestülpten gefesselten Polypen in dem Umschlag der Leibesschichten vom Mund und den Wundrändern her beruhe, dass die gewöhnliche Umstülpung nach dem Schema des umgestülpten Handschuhfingers aber ausbleibe, so nannte ich die modifizierte Umstülpung, die in diesen Fällen nicht am lebenden Thier, sondern erst an den feinen Schnitten durch die gehärteten Versuchsthiere erkannt werden kann, eine heimliche. Durch dieses Wort wurde in einfachster Form ausgedrückt, dass auch bei dem ächten Trembley'schen Versuch das Wiedererscheinen des Ectoderm auf einer Umstülpung beruhe, die aber dem geschickten Experimentator Trembley verborgen bleiben musste, weil sie am lebenden Thier nicht augenfällig verläuft. Es war somit nicht allein die Möglichkeit des Versuchs, sondern auch der Grund dafür angegeben worden, wie Trembley zu seiner Theorie von der Verwandlung von Entoderm in Ectoderm kommen konnte, ja kommen musste. Zu seiner Zeit war es absolut unmöglich, in den Vorgang dieser Form der Rückstülpung tiefer einzudringen, und am lebenden Thier ist von einem ohne Weiteres mit dem Vorgang der Umstülpung oder Rückstülpung vergleichbaren Vorgange nichts zu sehen.

Auch für Ischikawa ist die Rückstülpung bei dem ächten Trembley'schen Versuch eine „heimliche“ geblieben, da er diesen Versuch gar nicht angestellt hat. Der ächte Trembley'sche Versuch setzt voraus, dass ein umgestülpter Polyp sich zurückstülpe und dabei von der Borste quer durchbohrt bleibe.

In meiner früheren Abhandlung schloss ich, das Wiedererscheinen des Ectoderm auf der Oberfläche eines umgestülpten und quer durchbohrten Polypen erfolge durch den Umschlag der Leibesschichten, weil ich an Schnitten durch die gehärteten Versuchsthiere gesehen hatte, dass unter dem Ectoderm in allen

Fällen auch die Stützlamelle liege. Selbstverständlich folgte unter der Stützlamelle Entoderm. Ob dies aber zu dem darüber liegenden Ectoderm gehöre, konnte nicht in allen Fällen nachgewiesen werden. Dazu hätte gehört, dass wie beim normalen Polypen die Kerne des Entoderm an den umgeschlagenen Stellen überall der Stützlamelle anlagen, dass überall ein deutliches Lumen zwischen den einander zugewandten Entodermzellen der zurückgestülpten und der noch nicht zurückgestülpten Leibeswand sichtbar gewesen wäre, und dass man in diesem Lumen die Cilien auf den Köpfen der Entodermzellen hätte erkennen müssen. Da aber die Contraction der Theile eine so grosse ist, dass die Entodermzellen, an den meisten Umschlagstellen dicht aneinandergedrückt, ihre normale Gestalt total verändert haben und kein Zwischenraum die zu der einen Schicht gehörige Reihe von der andern trennt, so konnte ich nicht mehr als die Annahme machen, es schlage sich mit dem Ectoderm und der Stützlamelle auch das Entoderm an den bezeichneten Stellen um. Zu beweisen war dies nur an einigen günstigen Partien weniger Schnitte. Um keinem Zweifel Raum zu geben über die Art, wie ich zu dem Schluss gekommen war, das Wiederscheinen des Ectoderm auf der Oberfläche umgestülpter Polypen sei durch Rückstülpungsvorgang bedingt, hob ich hervor, dass man zu der Annahme gezwungen sei, mit dem Ectoderm und der Stützlamelle schlage sich gleichzeitig das Entoderm um. Von dem Ectoderm war dies schon am lebenden Thiere zu beweisen, von der Stützlamelle an den mikroskopischen Schnitten, aber selbst an den Schnitten vom Entoderm nicht immer.

Macht man eine Annahme, so leitet man nur aus der Analogie den Schluss ab. Die Analogie war durch die günstigen Schnitte, an denen der Umschlag der Leibesschichten wirklich gesehen worden war, gegeben. Der allgemeine Schluss war berechtigt, weil kein zwingender Grund vorlag, nach den weniger günstigen Schnitten die Erscheinung anders zu deuten, als ich es gethan habe.

Die auf Seite 634 und 635 folgenden Auseinandersetzungen Weismann's, der Kampf mit dem „proteusartigen Gegner“, sind durch das von mir vorhin vorgebrachte Beweismaterial erledigt.

Es ist sicher, dass Ischikawa meine Erklärung nicht gekannt hat; denn sonst würde er die von mir als unrichtig be-

zeichnete Meinung nicht noch einmal mit dem Aufwand von drei Holzschnitten (siehe pag. 452 der Abhandlung Ischikawa's, Zeitschr. für wissensch. Zool. Bd. 49) bekämpft haben. Wäre ihm meine Erklärung bekannt gewesen, so hätte er sich sicher ebenso gut damit befasst, als mit einer, die ich selbst verwerfe.

Dem Leser seiner Bemerkungen gesteht Weismann, dass wenn ihm auch die ganze Nussbaum'sche Abhandlung nicht mehr im Gedächtniss war, er sich doch sehr gut erinnerte, dass dort fortwährend von einem „Herauskriechen“ der im Inneren des umgestülpten Polypen liegenden Ectodermzellen „aus den Stichöffnungen“ der fixirenden Borste und vom Mundrand her die Rede sei.

Wenn Weismann sich nur dieser Worte erinnerte, so konnte dies auch auf eine Erinnerung an ein Referat im Biologischen Centralblatt Bd. VI, pag. 571 ¹⁾ zurückgehen und eher noch als auf meine Abhandlung; da in der Abhandlung auch von Umstülpung der Leibesschichten die Rede ist.

Die betreffende Nummer des Biologischen Centralblattes (Bd. VI, No. 18) datirt vom 15. November 1886 und enthält ein sinn- und wortgetreues Referat meines in der zoologischen Section der Naturforscher-Versammlung in Berlin im Herbst 1886 gehaltenen Vortrages über die Umstülpung der Polypen.

In Berlin beschrieb ich die Veränderungen, die an lebenden umgestülpten Polypen zu sehen sind: das Ectoderm kriecht vom Mundrande und den Durchbohrungsstellen her bis zur völligen Umwachsung des vom Draht gefesselten umgestülpten Polypen vor. Ob die zu den betreffenden Partien des Ectoderm zugehörige Stützlamele mit dem Entoderm sich mitumklappe, konnte ich nicht sagen, da die Antwort auf diese Frage erst nach einer genauen mikroskopischen Untersuchung feiner Schnitte durch meine gehärteten Versuchsthiere gegeben werden konnte. Dies ist in meiner ausführlichen Abhandlung geschehen. Das Biologische Centralblatt hat aber über meine im Jahre 1887 erschienene Abhandlung kein Referat gebracht.

Als nun Weismann meine Abhandlung nach dem Erscheinen meiner Kritik gelesen hatte („Sehe ich jetzt die Abhandlung nach“ pag. 629 d. Arch. Bd. 36), übersah er, dass die beiden

1) Von Weismann auch auf pag. 636 seiner Bemerkungen citirt.

in der Abhandlung vorgetragenen Meinungen nicht gleichwerthig seien. Die erste lautete ¹⁾:

„Da man nun das allmähliche Vorwärtsschieben des fertigen Ectoderm von den Punkten aus, wo ein einfaches Ueberwandern möglich ist, direct unter dem Mikroskop verfolgen kann, so könnte man glauben, das Ectoderm vollziehe diese Wanderung ganz allein.“ Spricht schon die Fassung des Satzes dafür, dass ich es nur für möglich halte, man könnte zu dieser Ansicht kommen, so sagt doch der folgende Satz: „Das ist aber nicht richtig“ deutlich genug, dass ich persönlich diese Ansicht nicht theile.

Ebenso bestimmt, wie ich die vorhin besprochene Möglichkeit einer Erklärung zurückgewiesen habe, gebe ich am Schlusse der Schilderung des mikroskopischen Befundes an feinen Schnitten durch gehärtete Versuchsthiere die Erklärung, an der ich auch festhalte ²⁾:

„Die bei der Restitution eines umgestülpten und gefesselten Polypen auftretenden Vorgänge haben nichts Besonderes und von anderweitig Bekanntem Abweichendes; sie bestehen im Umschlagen der verwundeten Theile, so dass Ectoderm wieder aussen liegt; in der Resorption der nicht weiter lebensfähigen Elemente und in dem Ersatz des Abgängigen durch Zelltheilung und Neubildung.“

Die irrige Vorstellung Trembley's, der auch die Regeneration kleiner Stücke der Leibessubstanz zu ganzen Polypen in unzutreffender Weise erklärte, hatte ich durch den Nachweis beseitigt, dass sowohl bei der Restitution umgestülpter Polypen, als auch bei der Regeneration aus kleinen Stücken die Leibes- schichten bis zur Verwachsung sich einander zuwenden und dass bei diesen Vorgängen, möge man die Thiere oder die Stücke lagern wie man wolle, das Ectoderm stets nach aussen zu liegen komme.

Ich muss somit dabei beharren, dass Trembley umgestülpte und mit einer Borste durchbohrte Polypen am Leben erhalten, dass Nussbaum das Wiedererscheinen des Ectoderm auf der Aussenfläche der quer mit der Borste durchbohrt bleibenden Versuchsthiere durch die vom Mundrand und den Stichöffnungen her

1) Dieses Archiv Bd. 29, pag. 343.

2) Dieses Archiv Bd. 29, pag. 347.

erfolgende gleichzeitige Rückstülpung erklärt hat. An der Rückstülpung nicht durchbohrter oder schlecht durchbohrter Polypen hatte Niemand gezweifelt.

Der von Weismann reproducirte Versuch Ischikawa's ist kein Trembley'scher Versuch, da der Polyp bei der Rückstülpung sich zum Theil von der Borste befreite, und Mund und Fuss ihre absolute Lage im Raum veränderten.

Die von Ischikawa gegebene Erklärung seines Versuches beruht auf directer Beobachtung, ist aber nicht neu. Sie ist eine Bestätigung der Nussbaum'schen Ansicht, dass das Wiedererscheinen des Ectoderm auf der Oberfläche umgestülpter Polypen nicht in einer Umwandlung, sondern in einer Umlagerung bestehe, ein Rückstülpungsvorgang sei.

Die von Weismann aufgestellte Behauptung, ein umgestülpter Polyp könne sich nicht vom Mundrande und der Stichöffnung her zugleich zurückstülpen, kann nicht allein aus der Arbeit Nussbaum's, sondern auch aus der Arbeit Ischikawa's widerlegt werden.

Wir wenden uns nun mit Weismann zu dem zweiten Punkte, die „intermediären Zellen“ anlangend. Da, wie Weismann zugiebt, Ischikawa mir hier etwas zugeschrieben hat, was meine Meinung gar nicht ist, so soll Ischikawa zwar etwas unvorsichtig gewesen sein, aber wiederum nothgedrungen zu seiner Ansicht über meine Meinung gekommen sein, wie gelegentlich der Erklärung des Umstülpungsversuches. Dieser zweite Punkt der Weismann'schen Bemerkungen betrifft die Regeneration von Polypen aus abgeschnittenen Tentakeln. In den Tentakeln der Hydren kommen im Ectoderm die von mir intermediäre Zellen genannten Bildungszellen nicht vor. Im Entoderm der Tentakeln fehlt die zweite Art von Drüsenzellen. Die Basis der Tentakel, der eigentliche Mundring, hat beides.

Eine Reihe von Beobachtern hat aus abgeschnittenen Tentakeln der Hydren keine neuen Thiere züchten können.

Nun sagte ich bei der Beurtheilung der positiven Ergebnisse Engelmann's, pag. 332:

„Man müsste die Annahme machen, dass aus der einen Art von Entodermzellen der Arme sich auch die andere bilden könne, um den fehlenden Magentheil zu ersetzen.“

Es hätte also Ischikawa weder zu vermuthen noch zu

schliessen brauchen, ich mache die Annahme, dass sich Entoderm aus intermediären Zellen bilde.

Weismann fährt dann in seinen Bemerkungen fort:

„Wenn doch, wie Nussbaum glaubt, die Entodermzellen des Tentakels die andern Entodermzellen des Magentheils nicht hervorbringen können, intermediäre Zellen aber an der Tentakelbasis vorkommen, müssen dann nicht diese letzteren nach Nussbaum die sonst nicht hervorzubringenden Magen-Entodermzellen bei der Regeneration gebildet haben? Mir scheint dieser Schluss logisch unabweisbar.“

Darauf ist zu antworten, dass dieser Schluss gar nicht logisch ist; da an den zur Regeneration fähigen Tentakelbasen nicht allein intermediäre Zellen im Ectoderm, sondern auch beide Zellenarten im Entoderm vorkommen.

Nun soll ich heute, nachdem Ischikawa's Versuche veröffentlicht worden sind, meine Meinung klar und bestimmt dahin ausgesprochen haben, dass zur Regeneration eines ganzen fortpflanzungsfähigen Polypen mindestens eine Ectoderm-, eine Entoderm- und eine Zelle des intermediären Keimlagers nöthig seien. „Aber — fährt Weismann fort pag. 637 — warum sprach er sich nicht schon in seiner Arbeit 1887 so verständlich aus, wie in diesem Satz?“ Ich glaube dies gethan zu haben und citire von pag. 322 des XXIX. Bds. d. Arch.:

„Wir werden zeigen können, wie durch die definitive Arbeitstheilung in Form einer strengen Sonderung von Entoderm und Ectoderm zur Reproduction eines Ganzen nicht einmal mehr eine Entoderm- und Ectodermzelle zusammengenommen oder Theile von ihnen genügen, sondern wie zur Ergänzung des Ganzen nunmehr schon indifferente Zellen erforderlich sind, die unter Umständen auch zu Geschlechtsprodukten sich heranbilden“ und von pag. 332:

„Die Regeneration eines Armes zu einem ganzen Polypen schliesst stillschweigend die Annahme in sich ein, dass derselbe auch fructificiren, Knospen und Geschlechtsprodukte bilden könne. Dazu sind aber die indifferenten intermediären Zellen unerlässlich. Es müsste sich somit aus völlig charakteristisch gebildeten Muskel- oder Nesselzellen dies Keimlager [die intermediären Zellen, die den Tentakeln fehlen, sind gemeint Ref.] rückläufig restituiren können; an dieser Annahme wird man aber vorläufig einigen Anstoss zu nehmen nicht umhin können.“

Die in den Bemerkungen Weismann's folgende Auseinandersetzung über die mögliche Ursache des Erfolges und Nichterfolges bei der Züchtung von Polypen aus abgeschnittenen Tentakeln spricht deutlich dafür, dass zwischen meiner Theorie von der continuirlichen Abstammung durch die Geschlechtszellen und Weismann's Lehre von der Continuität des Keimplasmas eine grössere Verschiedenheit besteht als man nach unseren ersten Publicationen ¹⁾ über diesen Gegenstand hätte erwarten sollen. Wenn die Grösse der Tentakel, wie Weismann annimmt, die Ursache sein sollte, dass trotz des Mangels an intermediären Zellen in den Tentakeln — wir dürfen das Entoderm bei dieser Frage ausser Acht lassen, da sich bei den Hydren des süssen Wassers die Geschlechtsprodukte aus den intermediären Zellen des Ectoderm entwickeln —, wenn also ohne die intermediären Zellen ein abgeschnittener Tentakel zum ganzen fortpflanzungsfähigen Polypen auswachsen könnte, so wäre damit der Beweis geliefert, dass aus einer Nessel- oder Muskelzelle sich Samen und Eier bilden könnten, was ich noch immer zu bezweifeln mir erlaube ²⁾.

Wenn freilich alle Körperzellen auch Keimplasma enthalten, so ist der Zweifel an der von mir bestrittenen Möglichkeit beseitigt. Dann wäre es aber nicht nöthig, die Geschlechtszellen so früh auszusondern, als wir für viele Thiere bis jetzt nachgewiesen haben; die ganze Mechanik der Keimblätterbildung durch die Gastrulation wäre überflüssig, die Bildungsgeschichte des Auges unverständlich, wenn eben aus Allem Alles werden könnte.

Die Frage nach der Möglichkeit der Regeneration eines Polypen aus abgeschnittenen Armen, in denen sich nur eine Zellenart im Entoderm, und im Ectoderm keine intermediären Zellen finden, ist noch ebenso unentschieden, als ich sie 1887 lassen musste; sie bleibt es, bis durch das Experiment die Abwesenheit von intermediären Zellen im Ectoderm abgeschnittener regenerationsfähiger Polypenarme nachgewiesen ist und die Bildung einer zweiten Form von Entodermzellen aus der in den Tentakeln ausschliesslich vorhandenen Form beobachtet wurde.

1) Vgl. dieses Archiv Bd. XVIII vom Jahre 1880, pag. 112 u. 113. — Weismann, Ueber die Vererbung. Ein Vortrag. Jena, 1883, pag. 57 und 58.

2) Auf die Einwände, die in neuerer Zeit auch O. Hertwig gegen meine Theorie erhoben hat, werde ich an einer anderen Stelle näher eingehen.

II.

Eine nochmalige Beschäftigung mit dem Umkehrungsversuch an *Hydra grisea* während der beiden ersten Monate dieses Jahres hat mir die Veranlassung geboten, genau darauf zu achten, worin die Schwierigkeiten des Versuches begründet seien, und an welchen Etappen seiner Ausführung am leichtesten ein Misslingen desselben stattfinden kann. Der Beschreibung der einzelnen Versuche soll deshalb eine Schilderung der Methodik und eine Anweisung vorausgehen, am Handschuhfingermodell den Vorgang der Um- und Rückstülpung nachzuahmen.

Methodik.

Gehalten werden die Polypen in grossen, mit Wasserpflanzen gut besetzten Aquarien. Die von mir in diesem Jahre benutzten Thiere sind alle einem solchen Aquarium entnommen, das im Jahre 1885 mit Polypen besetzt worden war. Schwankungen erheblicher Art im Salzgehalt des Wassers haben dem Bestand nicht geschadet. Ausgetrocknet ist das Aquarium freilich nicht gewesen.

Man kann die Umstülpungsversuche, wie ich neuerdings gefunden habe, an grossen und kleinen Polypen anstellen; nur muss man die zum Umstülpen und zur Durchbohrung benutzten Borsten entsprechend auswählen. Namentlich bei der von Ischikawa eingeführten Modification des Trembley'schen Versuches hängt das ganze Gelingen von der Dicke der Borste ab. Vor allen Dingen darf man nur solche Borsten auswählen, an denen der vertrocknete Rest der Haarbalgtasche erhalten und diese basale Partie ganz gerade ist. Man weicht das stumpfe Ende mit der Haarbalgtasche in Wasser auf und reibt mit einem feinen Tuche gut ab, bis alle Fetzen glatt entfernt sind. Unterlässt man das vorherige Aufweichen, so quillt die Haarbalgtasche während des Versuches selbst und führt Zerreisungen herbei.

Der Polyp wird mit dem Fuss nach rechts gewandt in einem Wassertropfen auf eine Kautschuk- oder schwarze weiche Wachplatte gelegt und so lange mit dem stumpfen Ende der gereinigten Schweineborste betupft, bis er Napfform angenommen hat. Jetzt wird der Wassertropfen mit Fliesspapier abgesaugt, bis er so weit abgeflacht ist, dass er den zusammengezogenen Polypen

nur eben bedeckt. Die Procedur ist insoweit wichtig, als der Polyp dadurch relativ fest gelegt wird; nur muss man sich hüten, zuviel Wasser abzusaugen, weil sich sonst der Polyp abflacht und an seiner oberen Wand in störender Weise das Licht reflectirt.

Hierauf folgt die Umstülpung, wobei man rasch und sicher vorgehen muss, da bei längerem Verweilen der Fuss sich an der Borste festsaugt und dadurch das Gelingen des Versuches gefährdet wird. Man kann alsdann auch in vortheilhafter Weise den Versuch so abändern, dass man den umgestülpten Polypen beim Zurückschieben von der Borste nicht mehr am Fussende, wie ich dies früher angegeben habe, mit der Pincette leicht zu fassen braucht; da der Fuss bei schneller Ausführung der Umstülpung gar nicht Zeit gehabt hat, sich an der Borste festzusaugen, also auch nicht durch Zug davon entfernt zu werden braucht.

Man schiebt mit der rechten Hand die Borste, genau das Centrum des Fusses fassend, gegen die Mundöffnung vor und hält mit der Linken eine glattarmige feine Pincette wider die Tentakel, dicht in der Umgebung des Mundes. Dann schlüpft alsbald die Borste mit dem umgestülpten Polypenleib durch die Pincette hindurch. Zieht man jetzt die Borste aus dem Innern des Polypen hervor, während man mit der Pincette einen leichten Gegendruck von der Mundöffnung des Polypen her ausübt, so hat man die Umstülpung ohne jede Verletzung ausgeführt.

Zur weiteren Durchführung des eigentlichen Trembley'schen Versuches muss nunmehr der Polyp mit einer Borste quer durchbohrt werden. Dabei zeigte sich für die Anwendung einer Schweinsborste die Benutzung einer weichen schwarzen Wachs-
tafel vortheilhafter als die Kautschukplatte, die nur bei der Durchbohrung mit Silberdraht zulässig ist. Die Borste darf nur kurz sein und muss in einem Winkel von 45—60° durchgestossen werden, weil die senkrechte Anbringung derselben der mikroskopischen Beobachtung in auffallendem Licht hinderlich ist.

Um die äusserlich sichtbaren Veränderungen an dem umgestülpten und quer durchbohrten Polypen unter dem Mikroskop bequem verfolgen zu können und gleichzeitig über die Lagerung von Mund und Fuss vor und nach der Rückstülpung gut orientirt zu sein, bringt man den, soweit wie angegeben, hergerichteten Polypen in eine Glasdose, die folgendermaassen beschaffen und in nachstehender Figur abgebildet ist.

Eine Glasdose von 4 cm Durchmesser, 1,5 cm Höhe mit einem auf dem Boden und nach einer Seite hin befestigten Klötzchen von weichem schwarzen Wachs wird bis zur Höhe des Klötzchen mit Wasser gefüllt und mit Wasserpflanzen besetzt, die in der Verlängerung der Längsaxe des Wachsklötzchen eine freie Gasse lassen. Der Polyp wird von der Platte, auf der er vorläufig durchbohrt festhaftete, durch Zug an der Borste in die Höhe gehoben und die Borste auf dem Klötzchen des Glaseylinders nicht wieder so tief eingestossen, als vorher, damit der untere Wundrand nicht fest auf der Unterlage aufliege, und eine Rückstülpung von dieser Stelle aus nicht gehindert werde.

Zum Schluss giesst man noch soviel Wasser aus dem Aquarium, aus dem der Polyp genommen wurde, in die Dose, bis der Polyp mit einer 1 mm dicken Wasserschicht bedeckt ist.

Ueber das Ganze wird, wenn man nicht gerade unter dem Mikroskop beobachtet, ein passender Glastrichter gestülpt, der vor Staub und rascher Verdunstung schützt. Die Vorrichtung darf nicht von der Sonne beschienen werden, da die Versuchsthiere sonst in dem erwärmten Wasser absterben.

Die von Ischikawa eingeführte Modifikation des Trembley'schen Versuches habe ich zum Zweck der directen Be-

obachtung und der Orientirung über die Lageveränderung von Mund und Fuss in folgender Weise ausgeführt.

Der Polyp wird in der vorhin angegebenen Weise umgestülpt; diesmal aber mit einer Borste, die dick genug ist, um das Innere des Polypen ganz auszufüllen. [Ist die Borste zu dünn, so stülpt sich der Polyp nicht von beiden Seiten, sondern nur von einer zurück, der Versuch gehört alsdann nicht in die Kategorie des Trembley'schen, da der Polyp nicht an der gewöhnlichen Rückstülpung gehindert wird.] Man schneidet mit einem feinen Lanzenmesser die Gegend des Fusses über dem stumpfen Ende der Borste ein und schiebt vorsichtig den Polypen eine kurze Strecke über die Borste hin vor. Um ein Abgleiten des Fusses zu hindern, wird an das stumpfe Ende der Borste eine kleine Wachskugel angeschmolzen, die Borste mit dem aufsitzenden umgestülpten und am Fussende von der Borste durchbohrten Polypen horizontal in die freistehende Schmalseite des Wachsklötzchen der Glasdose eingelassen. Man erreicht dies am einfachsten dadurch, dass man mit einem heissen Draht eine Rinne in das Wachsklötzchen einschmilzt und die Borste mit ihrem freien Ende in das verflüssigte Wachs bringt. Dann wird Wasser nachgefüllt, bis der Polyp bedeckt ist.

Soll der Versuch abgebrochen werden, so hebt man die horizontal befestigten Polypen mit ihrer Borste aus der Glasdose heraus und tötet sie mittelst aufgespritztem absoluten Alkohol, den man alsbald durch 50 % Alkohol ersetzt, um erst von dieser Concentration aus die Vorbereitung für die Zerlegung in feine Schnitte ausgehen zu lassen.

Bei der Vorbereitung der quer durchbohrten Polypen für das Mikrotom saugt man, sobald die Beobachtung am lebenden Thier zu Ende geführt ist, soviel Wasser ab, bis der Polyp nur noch in einem kleinen Tropfen auf dem Wachsklötzchen in der Glasdose daliegt, spritzt Alkohol auf, der das Thier sofort abtötet und durch Mischung mit dem in der Dose verbliebenen Wasser soweit verdünnt wird, dass keine Schrumpfung des Präparates eintritt. Alsdann wird die Borste mit dem Polypen von der Unterlage herausgehoben und das Präparat völlig entwässert.

Zur Entfernung der Borsten, die bis vor dem Einlegen in die Einbettungsmasse im Polypen stecken bleiben, muss man das längere Ende dicht am Polypen mit einer starken, gut schliessenden

Pincette fest fassen, das andere Ende der Borste mit einer Scheere dicht am Polypen durchschneiden und diesen selbst von der Borte abstreifen. Hält man beim Schneiden die Borste nicht ganz fest, so wird durch die Elasticität der Borste der gehärtete Polyp fortgeschwemmt. An diesem Punkte scheint mir die Gelegenheit, den ganzen Versuch zu verderben, am ehesten gegeben zu sein; doch wird man bei genauer Befolgung der gegebenen Vorschrift gute Resultate erzielen und die Polypen von der Borste befreien, ohne dass auch nur eine Zelle dabei verloren gegangen wäre.

Besondere Vorsicht erfordert auch das Einsmelzen in Paraffin, wenn man eine gewünschte Schnitttrichtung mit Sicherheit einhalten will. Einfacher ist dies beim Einbetten in Celloidin; nur ist die Methode langwieriger.

Der Umkehrungsversuch am Modell.

In dem ersten Theil dieser Abhandlung wurde schon gezeigt, dass man einen quer durchbohrten Handschuhfinger völlig um-, oder, wenn man will, zurückstülpen kann, ohne dass er die Nadel verlässt, wenn diese nur nahe genug der Oeffnung quer durchgestossen ist (siehe Tafel XXVI, Fig. 9—12). Selbstverständlich müssen dabei die Lagen des blinden und offenen Endes vertauscht werden; wo früher die Oeffnung lag, liegt nach der Umstülpung das blinde Ende.

1) In Fig. 13—16 der Tafel XXVI ist nun ein Fall dargestellt, wo die Rückstülpung erfolgt, ohne dass ein Lagenwechsel eintrete; freilich combiniren sich dabei in zwei Abarten des Versuches die einaktige Rückstülpung, die Weismann als die einzig mögliche anerkennt und die mehraktige, wie sie früher von mir beschrieben wurde.

Man findet in Fig. 13, Tafel XXVI einen Handschuhfinger quer durchbohrt und die aufwärts gerichtete Durchbohrungsstelle ein wenig erweitert. Stülpt man jetzt das blinde Ende ein, so kann man es durch die erweiterte Stichöffnung hervorholen, wie Fig. 14 zeigt und durch Umlegen in seine frühere Lage zurückbringen, wie in Fig. 15 dargestellt ist. Dadurch wird die untere und früher nur von innen sichtbare Stichöffnung nach aussen und oben verlagert und die erweiterte, frühere obere Stichöffnung umgiebt mit ihren Rändern wie ein Reif den umgestülpten blinden Abschnitt. Siehe in Fig. 15 die obere Ansicht

nach der Umstülpung und in Fig. 16 die untere Ansicht. Es würde jetzt nur noch nöthig sein, das vordere offene Ende durch dieselbe Stichöffnung von innen her zurückzustülpen, dann läge der Handschuhfinger in seiner ursprünglichen Lage wieder da, ohne dass er die Nadel verlassen hätte. Es wäre aber auch möglich, den Rand der Handschuhfingeröffnung nach aussen und dem blinden Ende zu umzuklappen und die entsprechenden Sticheränder nach aussen und der Handschuhfingeröffnung zu, damit der ganze Handschuhfinger ohne Lagewechsel und ohne Verlassen der Nadel völlig umgestülpt sei.

2) Zur Erläuterung dieses Vorganges sind die Figuren 9 und 10 der Tafel XXIX beigegeben worden.

Beide Durchbohrungstellen sind breit gehalten; der dem Beschauer zugewandte Rand der einen ist mit a bezeichnet, der andere Rand mit b und der Rand der Oeffnung mit c. In das Innere ist die Borste d d' eingeführt.

Die Fig. 10 stellt ein Mittelstadium der beabsichtigten völligen Umstülpung dar und ist so entstanden, dass das blinde Ende der Fig. 9 nach innen und im Sinne der Axenrichtungen auf unserer Tafel nach oben eingestülpt wurde. Holt man das eingestülpte Ende aus dem Loch a hervor, so wird das untere Ende d' der Borste d d' frei (s. Fig. 10), der obere Theil des Randes a bleibt dem Beschauer zugewandt, der untere Theil wendet sich vom Beschauer ab, der dafür jetzt die ganze Umrandung b direct übersehen kann; der untere Sack ist also umgestülpt, sein blindes Ende liegt an derselben Stelle wie vor der Umstülpung, und der Eingang zu ihm ist auf die entgegengesetzte Seite gerückt. Zur Demonstration dieser Verlagerung ist die Borste e e' in den untern Blindsack nach der Umstülpung eingeführt worden. An dem obern Abschnitt unseres Modelles ist der vordere Rand umgeklappt worden. Um zu einer völligen Umstülpung zu gelangen, muss nunmehr noch folgendes gemacht werden. Man klappt den oberen und jetzt dem Beschauer zugewandten Abschnitt des Randes a nach aufwärts um und heftet ihn an den entsprechenden Theil des nach abwärts umgeschlagenen Randes c. Auf dieselbe Weise wird der obere Theil des Randes b mit dem zugehörigen Theil des Randes c vereinigt, die unteren Abschnitte der Ränder a und b aneinandergelegt, ebenso die linken Seitentheile der Ränder a und b und die rechten Seiten-

theile derselben Ränder, indem man sie unter der Tafelebene einander zuführt. Dadurch entsteht ein Körper, der oben einen Doppelring darstellt, dessen innere Lichtung durch die Lage der Borste $d\ d'$ gekennzeichnet ist. Der Raum zwischen der Doppelwand des Ringes führt durch zwei cylindrische Gänge in einen unteren kugeligen Hohlraum. Man findet aussen an diesem Körper nur die früher im Innern der Figur 9 gelegene Oberfläche und in dem soeben beschriebenen Hohlraum des durch die complete Umstülpung gebildeten Körpers nur die Aussenfläche des in Fig. 9 abgebildeten Handschuhfingers. Die Lage von oben und unten hat sich in unseren Figuren nicht verändert.

3) Ebenso nun wie das blinde Ende nach innen und oben eingestülpt und zu einer der Durchbohrungsstellen herausgeführt werden kann, kann man das blinde Ende nach unten und aussen von den unteren Abschnitten der Ränder a und b der Fig. 9 umstülpen und diese Ränder dann unten aneinanderheften. Die Umstülpung des offenen Endes bleibt dabei dieselbe wie die in Fig. 10 angedeutete und vorhin ausführlich beschriebene.

Man findet keine Abbildungen dieses Vorganges am Modell in den beigegebenen Tafeln, weil ich in meiner früheren Abhandlung diesen Vorgang am lebenden Thier schon ausführlich beschrieben habe. Ist das blinde Ende gross genug, so kann es bequem durch eine Stichöffnung hervorgezogen und in seine alte Lage zurückgebracht werden; dann werden die Theile secundär die Lage einnehmen, wie sie bei der vorhin beschriebenen Abart des Versuches sich ergiebt. Ist das blinde Ende kleiner, so bleibt es nach der Herausstülpung der unteren Ränder der Stichöffnungen und deren Verlöthung am blinden Pole im Innern des Modelles und zwar am unteren Rande der Stichöffnung liegen.

Fig. 6 und 7 der Tafel XXX stellen schematische Durchschnitte durch umgestülpte Polypen dar, wo bei dem einen das hintere Ende nach innen und bei dem anderen nach aussen umgestülpt worden ist. Obschon dieselben Unterschiede am Modell gezeigt werden können, so werde ich auf eine Beschreibung doch erst bei der Schilderung der Versuche am lebenden Thiere eingehen, die nunmehr folgen.

Der Umkehrungsversuch am lebenden Thiere.

1. Umkehrung eines Polypen mit einer noch nicht abgeschnürten Knospe.

Tafel XXVII, Fig. 1—4, Tafel XXVIII, Fig. 1.

Versuch vom 10. Januar 1891. *Hydra grisea* mit zwei Knospen nahe dem Fussende. Die eine ältere, deren Magenraum sich schon von dem des Mutterthieres abgeschnürt hat, wird dicht an ihrer Insertion abgeschnitten (Tafel XXVII, Fig. 1) und darauf das Thier mit der jungen, noch als einfache Ausstülpung erscheinenden Knospe vom Fusse aus mittels einer Borste umgestülpt, das Fussende eingeschnitten und der Polyp, wie Figur 2, Tafel XXVII erläutert, auf der Borste belassen. Die Knospe ist noch nicht umgestülpt; man sieht vielmehr von aussen in ihren Gastralraum hinein. Die Tentakel strecken sich und ziehen sich zusammen. Nach 45 Minuten hat sich auch die Knospe ganz hervorgestülpt, so dass sie, wie vor der Umstülpung des Polypen als ein Sack mit ectodermaler Oberfläche, jetzt als ein gleich beschaffener Sack mit entodermaler Oberfläche dem umgestülpten Polypen anhaftet (siehe Taf. XXVII, Fig. 3). Nach 7 Stunden liegt der Polyp stark contrahirt da; überall aussen mit Entoderm bekleidet; die Tentakel unverändert wie vor der Umstülpung.

24 Stunden nach der Operation ist der Polyp wie direct nach der Umstülpung orientirt, die Tentakel bilden einen Kranz in der Mitte eines vom Ectoderm aussen bekleideten Ringes. Bei stärkerer Vergrösserung erkennt man auf der einen Seite im Ectoderm einen feinen Spalt, aus dem das Entoderm hervorsieht (Tafel XXVII, Fig. 4). Die Knospe ist nach der Wachskugel zu gerichtet und hat inzwischen einen Tentakel getrieben; auch bei ihr liegt das Ectoderm wieder aussen (Taf. XXVII, Fig. 4, a). Der Polyp wird in Alkohol abgetödtet und von der Borste abgenommen. Es zeigt sich, dass die Innenfläche des Ringes continuirlich mit Ectoderm bekleidet ist. Das Präparat wird in Celloidin eingebettet und in eine Serie von Längsschnitten zerlegt. Tafel XXVIII, Fig. 1 zeigt einen solchen, der auch die Knospe getroffen hat. Der Raum zwischen beiden Partien bezeichnet die Stelle, wo die Borste gelegen hatte. Beide Hälften sind ringsum mit Ausnahme einer kleinen lateralen Stelle continuirlich von Ec-

toderm bekleidet, das hier wie auf allen Figuren weiss gehalten ist; das Entoderm ist in einem grauen Tone wiedergegeben. Die frühere Leibeshöhle ist wegen der starken Contraction der Theile nicht überall sichtbar; nur in der Knospe ist sie deutlich.

An diesem Polypen konnte wegen der Ungunst der Verhältnisse während des Lebens die Restitution nicht verfolgt werden; doch dürfte sich der Vorgang aus dem mikroskopischen Befund unzweideutig genug ergeben.

Ich würde aus meinem Beobachtungsmaterial diesen Versuch nicht besonders ausgewählt haben, wenn nicht gerade die noch junge Knospe dem Polypen angehaftet hätte und schon früher von mir es als eine Lücke empfunden war, gerade einen Umstülpungsversuch mit einem solchen Thier nicht angestellt zu haben. Wiederholen konnte ich den Versuch bis jetzt auch nicht, da die Gelegenheit einen Polypen mit einer geeigneten Knospe aufzufinden, sich mir nicht wieder darbot. Doch ist mir der Vorgang wohl an anderen in gleicher Weise umgestülpten Hydren in seinem ganzen Ablauf zu Gesichte gekommen, so dass ich mich für berechtigt halte, ihn in folgender Weise auch für den vorliegenden Versuch zu schildern.

Der umgekehrte und am Fuss durchbohrt auf der Borste belassene Polyp stülpt zuerst die Knospe hervor, so dass überall, mit Ausnahme an den Tentakeln, aussen Entoderm liegt. Dann klappt sich das Thier von der Mundöffnung und vom Fuss gleichzeitig wieder um, nähert die beiden aussen jetzt wieder mit Entoderm bekleideten Ränder der Mittellinie des Körpers, bis sie miteinander verwachsen. Es kommt auf die Schnelligkeit an, mit der die entgegengesetzten, zurückgestülpten Ränder aufeinander losrücken, um am Ende des Versuches die Tentakel ganz vorn (siehe Taf. XXIX, Fig. 3) in der Mitte des Leibes (Fig. 4, Taf. XXVII) oder ganz in der früheren Gegend des Fusses zu finden. Im letzteren Falle hat sich der Polyp aber ganz einfach zurückgestülpt, und es kommt nicht zur Verwachsung, nicht zur Bildung eines Doppelringes. Da bei der letzten Art der Rückstülpung wie am normalen Polypen innen Entoderm und aussen Ectoderm wieder liegt, so ist keine Abbildung eines Schnittes durch einen solchen Polypen beigegeben worden, obschon ich die betreffenden Präparate besitze. In allen den Fällen, wo eine einfache Rückstülpung stattfinden konnte, war die Borste, die der Länge nach

durch die umgekehrten Polypen hindurchgesteckt war, zu dünn gewesen.

Es kommt auch gelegentlich vor, dass einige Tentakel nach vorn und andere nach hinten gerichtet sind (vgl. Tafel XXIX, Fig. 1), wenn ein am Fuss durchbohrter umgestülpter, auf einer Borste der Länge nach haftender Polyp sich zurückstülpt und einen innen und aussen von Ectoderm bekleideten Ring gebildet hat.

Dass die Fig. 4 aus der Fig. 3 der Tafel XXVII in der beschriebenen Weise hervorgegangen ist, beweist die Anwesenheit des kleinen Entodermstreifen auf der Aussenfläche zwischen dem sonst continuirlichen Ectoderm, und dass es wirklich zur Verwachsung kommen wird, geht aus der Verschmächtigung und dem schliesslichen Verschwinden dieses Streifen nach rechts hin hervor. Wo die Borste gelegen hatte (siehe Taf. XXVIII, Fig. 1) ist das Ectoderm dicker als an der Oberfläche des Ringes (die lateralen Ectodermportionen in beiden Hälften unserer Figur) eine Erscheinung, die immer während der Restitution nach der Umstülpung wiederkehrt. Die vorgeschobenen Ränder zu Beginn und im Verlauf der Rückstülpung sind stets verdünnt. War nun durch den gleichzeitigen Umschlag der Leibesschichten von der Mund- und Fussgegend das Ectoderm wieder an die Oberfläche gekommen, so konnte sich auch die Knospe ebenso wieder zurückstülpen, wie sie sich unserer Beobachtung gemäss kurz nach der Umstülpung des Polypen ebenfalls umgestülpt hatte. Es ist somit richtig, wie Trembley angiebt, dass man Polypen mit anhaftenden jungen Knospen umstülpen kann, dass der Polyp und die Knospe am Leben bleiben, und dass nach einiger Zeit an beiden Ectoderm wieder aussen liegt. Doch hat, wie ich dies schon früher für die erwachsenen Polypen nachgewiesen habe, und wie Ischikawa es bestätigt hat, keine Umwandlung, sondern eine Umlagerung stattgefunden. Will man die Assonanz in den Worten Umwandlung und Umlagerung vermeiden, die ich absichtlich wählte, um meine Erklärung nicht allein in Gegensatz zu Trembley's Erklärung zu bringen, so kann man den Vorgang auch „Rückstülpung“ nennen. Man findet beide Bezeichnungen in meiner früheren Abhandlung. Das Wort Umlagerung ist die allgemeinere Bezeichnung. Für mich war es nöthig, auch die Regeneration der Polypen aus kleinen plattenförmigen Stücken

ihres Leibes anders zu erklären, als es Trembley gethan hatte. Da ich fand, dass sowohl bei der Rückstülpung umgekehrter Polypen, als bei der Umbildung platter Stücke der Leibessubstanz zu ganzen Polypen derselbe Vorgang sich abspielt: nämlich das Umklappen der Leibesschichten von den freien Rändern aus, so dass das Ectoderm wieder aussen liegt, so nannte ich den Vorgang eine Umlagerung. Eine Umlagerung bedingt keine innere Verschiebung, und die Regenerationsvorgänge bei der Entstehung neuer Polypen aus kleinen platten Stücken sind keine Rückstülpung.

2. Versuche über die Orientirung der ursprünglichen Leibesaxen nach der Umstülpung.

Sollte ein in dem vorigen Versuch beschriebener Polyp nach der Verwachsung des Leibes zu einem Ringe, der an der ganzen Oberfläche von Ectoderm bekleidet war und zu dessen Entoderm keine Mundöffnung mehr hinführte, am Leben bleiben, so musste sich ein neuer Mund bilden. Es schien mir von grosser Wichtigkeit den Ort dieser Neubildung durch den Versuch festzustellen. Da weithin in vielen Fällen die Gegend des Fusses bis dicht unter die Tentakel verlagert worden war, jedesmal dann, wenn die Tentakel an Ort und Stelle verblieben waren, so war es zur völligen Wiederherstellung nöthig, dass der alte Fuss verschwinde und ein anderer neugebildet werde. Es war zu erwarten, dass dieser gegen den neu entstandenen Mund orientirt sei, wie am normalen Thier.

Aus dieser Reihe von Versuchen sollen zwei näher beschrieben werden. Es war nöthig, die mikroskopische Untersuchung von Serienschnitten an verschiedenen Stellen des Versuches durchzuführen. Ein Thier genügte also nicht zur Aufklärung des ganzen Verlaufs der Veränderungen.

Versuch vom 25. Januar 1891. Eine *Hydra grisea* wird umgestülpt, ihr Fuss von der Borste nach der Umstülpung durchbohrt, und das Thier auf der Borste (siehe die Methodik) in das kleine Beobachtungsaquarium gebracht (vgl. Taf. XXVII, Fig. 2). Aussen liegt jetzt Entoderm mit Ausnahme an den sieben Tentakeln. Nach drei Stunden erscheint vorn und hinten Ectoderm an der Aussenfläche, doch geht die Rückstülpung von der Tentakelgegend schneller vor sich als vom Fusse her. Am folgenden

Tage (26. Januar) ist der Polyp ein schmaler, ganz von Ectoderm bekleideter Reif geworden. Fünf Tentakel sehen nach der Richtung, wo früher der Fuss gelegen hatte, zwei nach der entgegengesetzten Richtung. (In Fig. 1, Tafel XXIX sind von den fünf nach der Wachskugel gerichteten Tentakeln nur vier sichtbar.) Einen Tag später ist der Polyp von der Borste abgefallen und liegt als ein cylindrisches Rohr auf dem Boden des Gefässes. In Alkohol abgetödtet, nimmt das Thier die etwas contrahirte Form der Fig. 2 auf Tafel XXIX an. Die Tentakel liegen nach der einen Seite; an der entgegengesetzten Seite liegt ein Fuss, von dem ich in diesem Falle nur der Analogie nach, in dem sogleich zu beschreibenden jedoch gemäss der directen Beobachtung behaupten kann, dass er neugebildet sei. Die Lage des Fusses ist in der Figur 2, Tafel XXIX durch Strichelung in dem weiss gehaltenen Ectoderm kenntlich gemacht. Das Ectoderm ist allseitig geschlossen und an dem abgetödteten Thier auf den Tentakeln in Folge der Contraction geringelt. Aus der Serie von Schnitten durch diesen Polypen, im Ganzen waren es 38, sind drei Stück in den Figuren 2, 3 und 4 auf Tafel XXVIII abgebildet. Der Polyp wurde annähernd genau senkrecht zur Längsaxe von rechts nach links (siehe Fig. 2, Taf. XXIX) geschnitten. Alle Schnitte sind aussen rings von Ectoderm, innen von Entoderm bekleidet. Zwischen beiden Häuten liegt die Stützlamelle. Das Entoderm umgiebt einen geschlossenen Hohlraum, die ursprüngliche Magenhöhle. Entsprechend der Form von Fig. 2, Taf. XXIX findet man am 9. Schnitt (Fig. 3, Taf. XXVIII) einen Tentakel im Längsschnitt, am 25. Schnitt (Fig. 2, Taf. XXVIII) dem längsgetroffenen Tentakel gegenüber im Ectoderm die durch Strichelung bezeichneten Drüsenzellen des Fusses und neben dem längsgetroffenen Tentakel auch den Querschnitt eines andern. Im Schnitt 31 ist ein Tentakel der Länge nach, der andere schräg getroffen; der Innenraum beider ist in offenem Zusammenhang mit der früheren Leibeshöhle (Taf. XXVIII, Fig. 4).

Wie war die Umwandlung eines Ringes in den geschlossenen Cylinder mit den einseitig anhaftenden Tentakeln vor sich gegangen? Wo würde sich der neue Mund bilden? Diese Fragen sollen durch die Mittheilung des folgenden Versuches ihre Erledigung finden.

Versuch vom 27. Januar 1891. Eine *Hydra grisea* wird

umgestülpt und nach der Durchbohrung ihres Fusses auf der Borste in das Beobachtungsaquarium gebracht. Die vor der Umstülpung im Magenraum enthaltenen Daphnien werden gelegentlich der Umstülpung durch den Mund entleert. Vier Stunden nach Beginn des Versuches beginnt an den freien Rändern durch Umschlag das Ectoderm wieder zu erscheinen. Diesmal geht das Vorschieben des aussen sichtbaren Ectoderm von der Fussgegend her rascher vor sich, als von der Gegend der Mundöffnung.

Am folgenden Tage hat der Polyp Ringform angenommen und liegt der Längsaxe nach orientirt wie direct nach der Umstülpung, d. h. die Tentakel sind von der Wachskugel abgewandt (vgl. Fig. 2 auf Tafel XXVII und Fig. 3 auf Tafel XXIX). Dies war bei dem schnelleren Vorwärtsschieben des umgeschlagenen Randes vom Fusse aus auch zu erwarten. Fig. 3 auf Taf. XXIX zeigt den Polypen vom 28. Januar 1891.

Am folgenden Tage fand sich eine eingeschnürte Stelle im Ringe, an der kein Entoderm durch das Ectoderm mehr durchschimmerte. Man findet das Stadium in Fig. 4 der Taf. XXIX. Da am folgenden Tage, dem 30. Januar 1891, der Polyp von der Borste abgefallen war und nunmehr einen geschlossenen langen Hohlzylinder darstellte, so muss man annehmen, dass die Figur 4, Taf. XXIX ein vorbereitendes Stadium zu dieser Umänderung der Form des Polypen darstellt. Es muss somit durch Resorption des Entoderm an der eingeschnürten Stelle mit gleichzeitiger Verlöthung der zurückweichenden Ränder auf den beiden Seiten der weiss erscheinenden Partie die Aufspaltung des Doppelringes eingeleitet werden. Darauf wird die Resorption der betreffenden Ectodermzellen folgen, und aus dem Doppelring der geschlossene Hohlzylinder der Fig. 5, Taf. XXIX hervorgehen, an dem naturgemäss die Tentakel auf einer Seite liegen. Die entgegengesetzte Seite entspricht der Mitte des Polypen vor der Umstülpung. Diese tentakellose Seite liegt also der früheren Lage des Fusses näher als die tentakelbesetzte.

Was wird aus diesem Monstrum werden, das mit einem normalen Polypen gar keine Aehnlichkeit mehr besitzt? Zog ich meine früheren Erfahrungen zu Rathe, so war es ganz sicher, dass der Polyp einen neuen Mund und einen neuen Fuss bilden würde. Würden dabei aber auch die alten Tentakel erhalten bleiben? Unbedingt nöthig würde dies letztere nicht vorauszu-

setzen sein, da ich es oft beobachtet hatte, dass alte Tentakel an Stellen, wo sie nicht in die Organisation und die gegebene Orientirung hineinpassten, resorbirt wurden. Wo würde der Mund und wo der Fuss erscheinen müssen? An den Längsseiten oder an den stumpf geschlossenen Enden? Wollte man an der als sicher durch meine Versuche erwiesenen und von Ischikawa bestätigten zähen Beständigkeit der Orientirung festhalten, so mussten Mund und Fuss an der Längsseite durch Neubildung wieder auftreten, da die Längsseiten dem vorn und hinten des alten Polypen der Richtung, wenn auch nicht der Form nach entsprechen. Der Mund musste auf der Seite der Tentakel sich entwickeln und der Fuss auf der entgegengesetzten Längsseite. Berücksichtigte man ferner, dass die Muskelfasern des normalen Polypen im Ectoderm Längszüge, im Entoderm eine Ringlage bilden, so würde, falls man Neuentstehung von Mund und Fuss an den stumpfen Enden des Cylinders erwartete, der umgeformte Polyp eine äussere Ringmuskulatur und eine innere Längsmuskulatur erhalten haben. Wenn dies sich durch die Beobachtung als irrig erwies, wenn der Polyp in der That an den stumpfen Enden des Cylinders der Fig. 5, Taf. XXIX Mund und Fuss neu gebildet und trotzdem aussen Längs- und im Entoderm Ringmuskelfasern besessen hätte, so müssten beide Muskellagen neugebildet worden sein. Da dies nicht wahrscheinlich war, so durfte darauf gerechnet werden, dass auf den Längsseiten selbst und nicht an den Enden Mund und Fuss wieder erscheinen würden. Die Entscheidung liess den folgenden Tag noch auf sich warten.

Am 1. Februar jedoch zeigte der Polyp folgende Gestalt. Der lange Cylinder ist in drei Abtheilungen eingeschnürt. Jede Abtheilung hat zwei der alten Tentakel, die auf einer Seite eines kleinen Mundkegels sitzen. Der siebente der alten Tentakel haftet der Brücke zwischen der zweiten und dritten Abtheilung an. An den beiden Mundkegeln der beiden ersten Abtheilungen ist je ein neuer Tentakel auf der den beiden alten Tentakeln entgegengesetzten Seite aus der Mundkegelbasis hervorgesprosst (siehe Fig. 6, Tafel XXIX). Die Einbuchtung zwischen erster und zweiter Abtheilung (von links aus gerechnet) ist nicht so tief, als zwischen der zweiten und dritten. Auf der den Tentakeln entgegengesetzten Seite ist ein Fuss vorhanden,

in der Figur durch Strichelung im Ectoderm kenntlich gemacht.

Am 3. Februar ist wiederum eine auffallende Veränderung an dem Polypen nachzuweisen. Die beiden Abtheilungen, die direct über dem Fuss gelegen waren (siehe Fig. 6, Tafel XXIX vom 2. Februar 1891), sind mehr zusammengedrückt und haben jetzt das Aussehen von einem Polypen mit zwei Köpfen. Neue Tentakel sind nicht hinzugekommen, aber der früher an der Brücke zur dritten Abtheilung sitzende alte Tentakel steht jetzt in einer Flucht mit den beiden anderen an der Basis des Mundkegels des zweiten Kopfes (siehe Fig. 7, Tafel XXIX), so dass dieser zweite Kopf rechts drei alte Tentakel und einen neuen, der erste Kopf links nur zwei alte und einen neuen Tentakel aufweist. Die ursprünglich dritte am meisten nach rechts gelegene Abtheilung hat auch gestreckte cylindrische Form angenommen. Um den Mundkegel derselben stehen zwei alte und ein kleiner junger Tentakel (in Fig. 7, Tafel XXIX nicht sichtbar, weil auf der dem Beschauer abgewandten Seite gelegen). Die Brücke zwischen dem zweiköpfigen nach links gelegenen Polypen und dem einköpfigen rechts gelegenen Polypen liegt nahe dem Fussende, ist breit und setzt die Magenräume beider Abtheilungen in offene Verbindung (Fig. 7, Tafel XXIX). Auch der rechts gelegene Polyp hat einen Fuss.

Bis dahin war das eigenartig gestaltete Thier am Boden des Glasgefässes zuerst mit dem einen, dann mit beiden Füßen festgeheftet, ohne Ortswechsel liegen geblieben. Am 4. Februar erfolgten spontane Ortsveränderungen. Die Tentakelzahl ist nicht vermehrt, die jungen Tentakel sind gewachsen.

Am 5. Februar ist die Brücke zwischen beiden Abtheilungen verschmälert, aber noch im Innern durchgängig, so dass die Communication der beiden Magenräume erhalten ist. An diesem Tage folgte ich den Bewegungen des Thieres genauer. Oft hing es mit den Füßen an der Oberfläche des Wassers, die Köpfe nach abwärts gerichtet: eine Beobachtung, die schon Trembley mitgetheilt hatte (siehe Trembley, Mem. I, Pl. III, Fig. 11).

Kroch das Thier zwischen den Wasserpflanzen umher, so heftete es oft den einen Fuss an ein Blatt und den zweiten Fuss an ein anderes Blatt.

Die Zahl der Tentakel war auf 12 gestiegen, 7 alte und 5 neue.

Von diesem Zeitpunkte an trat keine eigentliche Neubildung, sondern nur noch Wachsthum und Rückbildung weiter auf. Die jungen Tentakel wurden länger, die alten Tentakel und die ganzen Leiber schwächer, die Brücke dünner und dünner, bis sie am 8. Februar resorbirt war, und die beiden Abtheilungen als ein zweiköpfiger Polyp mit 8 Tentakeln und ein einköpfiger Polyp mit 4 Tentakeln weiter lebten. Beide wurden am 10. Februar getödtet und in Figur 8 und 8 a der Tafel XXIX abgebildet. Alsdann wurde von dem kleineren Polypen ein Stück der Leibeswand zum Zweck der histologischen Untersuchung mit einer feinen Nadel abgespalten. Die Längsmuskeln lagen im Ectoderm. Somit war die ursprüngliche Richtung der Muskelemente durch die Rückstülpung nicht verändert worden. Sie war es aber auch nicht auf dem früheren Stadium, dargestellt in den Figuren 2 und 5 der Tafel XXIX. An den Schnitten durch den in Fig. 2, Tafel XXIX abgebildeten Polypen, die man schwach vergrößert in den Figuren 2, 3 u. 4 auf Tafel XXVIII findet, erkannte man bei starker Vergrößerung deutlich die Querschnitte der Muskelfasern des Entoderm. Dies ist aber nur möglich, wenn die ursprüngliche Richtung der Muskelfasern in den beiden Schichten beibehalten worden ist. Die Muskeln des Ectoderm werden auf Querschnitten, die Muskelfasern des Entoderm auf Längsschnitten durch einen unveränderten Polypen als Punkte erscheinen. Da nun in Fig. 5 auf Tafel XXIX die Längsrichtung des ursprünglichen Polypen in die kurze Axe des aufgespaltenen Ringes fällt, so müssen von rechts nach links vorschreitende Schnitte, obschon sie Querschnitte der Figur 5 darstellen, doch in der Anordnung ihrer Muskeln sich wie Längsschnitte des normalen ursprünglichen Polypen verhalten. Sie müssen die Entodermmuskelfasern der Quere nach, die Muskeln des Ectoderm längs getroffen haben, wenn keine Umordnung der histologischen Theile während der Veränderung der äusseren Gestalt stattgefunden hat. Gemäss den Präparaten ist jedoch die ursprüngliche Anordnung der Muskeln im Entoderm und Ectoderm trotz der veränderten äusseren Form (siehe Fig. 1 und 2, Tafel XXIX) dieselbe geblieben.

Zu den übrigen Abbildungen bemerke ich noch, dass Fig. 5 aus ökonomischen Rücksichten um 90° nach rechts gedreht ist. Hätte die Zeichnung mit den Tentakeln nach aufwärts auf der

Tafel angebracht werden können, so wäre die Uebersicht erleichtert gewesen. Man wird aber trotzdem aus den Figuren den eben beschriebenen Ablauf der Veränderungen herauslesen können; auch die Ersparung einer Abbildung des eben umgestülpten Polypen, die der Fig. 3 auf Tafel XXIX hätte voraufgehen müssen, wird das Verständniss nicht stören, da bei allen diesen Umkehrungen, wo der Polyp auf der umkehrenden Borste verblieb, der Fuss nach der Umkehrung auf der Seite der Wachskugel lag (siehe die Methodik) und man mit Zuhilfenahme der Figuren 1 bis 4 auf Tafel XXVII sich ein Bild machen kann von den Veränderungen vor und nach der Umstülpung bis zur Umwandlung des Polypen in die Figur 3 der Tafel XXIX.

Fassen wir die Umwandlungen, die der ursprüngliche Polyp erlitten hatte, kurz zusammen, so war er nach der Rückstülpung in einen Doppelring umgewandelt, an dem die Tentakel an der Stelle liegen geblieben waren, wo sie nach der Umstülpung gelegen hatten (vgl. Fig. 2 auf Tafel XXVII und Fig. 3 auf Tafel XXIX). Dann spaltete sich der Ring auf und ging dadurch in einen langen Cylinder über. Auf der einen Seite lagen die Tentakel, auf der entgegengesetzten, der ursprünglichen Leibesmitte, war kein Fuss zu erkennen. Es folgte eine zweifache Einschnürring, die schliesslich zur Bildung von zwei Polypen führte. Die Axen blieben dabei genau so orientirt, wie am ursprünglichen Polypen: die alten Tentakel umstanden an derselben Stelle mit mehreren neuen den neugebildeten Mundkegel, und die Füsse waren an der entgegengesetzten, in Fig. 5, Tafel XXIX nackten Längsseite des Cylinders neugebildet worden.

Ob bei der Aufspaltung des Doppelringes, d. h. bei der Umwandlung der Fig. 4 in Fig. 5. auf Tafel XXIX nachweisbare mechanische Ursachen mitwirken, soll durch spätere Versuche entschieden werden. Bei den complicirten Vorgängen von Neubildung und Resorption, welche die Umwandlung begleiten, bei dem Schwund der verbindenden Brücke, dem Kleinerwerden der ganzen Thiere im Laufe der Beobachtung, der Vergrösserung der neuen Tentakel und der Verkleinerung der alten, der Neubildung von zwei Füßen an Stellen, wo sie zwar der Axenrichtung nach auftreten mussten, wo sie aber am normalen Thier niemals aufgetreten wären, bei allen diesen Umwälzungen im Leibe des ursprünglichen Polypen ist es wohl erlaubt, daran zu denken, dass

der ursprüngliche Fussheil, der durch den Umschlag nach der Umstülpung seine Axenrichtung änderte, im Laufe der Restitution resorbiert und von der Nachbarschaft her durch richtig orientirte neugebildete Zellen allmählich ersetzt worden sei. Naturgemäss stösst der Beweis dieser Hypothese auf erhebliche, wenn nicht unüberwindliche Schwierigkeiten.

Trotzdem wird durch die beschriebenen Versuche der von mir schon früher erbrachte Nachweis bestätigt und erweitert, dass ein umgestülpter Polyp sich gleichzeitig von mehreren Stellen, und zwar in dem vorliegenden Falle von zweien aus, zurückstülpen kann, und dass die ursprüngliche Orientirung dabei erhalten bleibt. Die Erhaltung der ursprünglichen Orientirung beruht auf complicirten Neubildungs- und Resorptionsvorgängen (vergl. d. Arch. Bd. 29, pag. 346—348).

3. Umstülpung und quere Durchbohrung eines Polypen. (Der Trembley'sche Versuch.)

Versuch vom 21. Januar 1891. Umstülpung einer *Hydra grisea*. Beim Zurückziehen der Borste aus der Mundöffnung des umgestülpten Polypen stülpt sich ein kleiner Theil des Fussendes in die künstlich geschaffene und jetzt mit Ectoderm bekleidete Leibeshöhle zurück. Dies konnte sich ereignen, weil ich nach der modificirten Methode nicht mehr das Fussende beim Zurückziehen der Borste fasse, sondern eine Pincette als Widerlager gegen die Mundöffnung halte¹⁾ und weil ich bei diesem Versuche die Borste nicht sofort nach der Umstülpung zurückgezogen hatte. Der Fuss gewann Zeit, sich an der Borste festzukleben.

Nachdem die zur Umstülpung verwandte Borste wieder entfernt worden war, wurde der Polyp dicht unter den Tentakeln mit einer Borste quer durchbohrt und auf dem Wachsklotz des Beobachtungsaquarium mittelst der senkrecht eingestossenen Borste befestigt.

Am folgenden Tage liegt das Fussende wieder an der Stelle, wo es gestern auf dem Wachsklotz gelegen hatte. Der Polyp ist mit Ausnahme eines schmalen Ringes nicht weit unterhalb der Tentakel von Ectoderm bekleidet; die Saugscheibe des Fusses ist deutlich zu erkennen, und der Polyp haftet fest auf der Borste (siehe Tafel XXVII, Fig. 5).

¹⁾ Vgl. Ischikawa's Methodik.

Die Ursachen der Veränderungen werden sich aus dem Studium der Schnitte und einem Vergleich mit dem entsprechenden Versuch am Modell ergeben.

Der Polyp wurde in eine Serie von Längsschnitten zerlegt, die parallel der Lage der Borste geführt wurden. Auf Taf. XXVIII sind in Fig. 5 und 6 zwei von den erhaltenen 27 Schnitten abgebildet. Fig. 5 stellt den zwölften Schnitt, von rechts nach links in der Fig. 5, Taf. XXVII gerechnet, vor. Der Schnitt hat die Durchbohrungsstelle der Borste getroffen. Unten im Bild liegt ein von Ectoderm aussen und innen von Entoderm bekleideter, nach oben auf der Tafel geöffneter Sack; seine Lichtung ist die alte Leibeshöhle. Durch einen Zwischenraum — die von der Borste durch den Polypen quer hindurchgetriebene Oeffnung — getrennt, folgen weiter aufwärts rechts und links Theile des Mundrandes, an denen medial Ectoderm und lateral Entoderm sich findet. Weiter nach oben zu liegt links ein Tentakel schräg vom Messer getroffen. Der Zusammenhang mit dem Mundrande ist nur an dem äusseren rechts ersichtlich, wo der Uebergang der Magenöhle in das Innere des Tentakel getroffen wurde. Selbstverständlich muss dieser Eingang zur Höhle des Tentakels auf der Seite des Entoderm des Mundrandes liegen, hier also lateral, da die Mundgegend sich, wie Fig. 5 auf Taf. XXVII zeigt, noch nicht zurückgestülpt hatte.

Betrachtet man den in Fig. 6 der Tafel XXVIII abgebildeten 21. Schnitt, der nach links von der Borste durch Figur 5 auf Tafel XXVII gelegt ist, so findet man rechts im Bilde eine grössere zusammenhängende Partie und durch einen Kanal davon getrennt oben links eine kleinere. Beide Theile wenden dem trennenden Kanal Ectoderm zu. Die links gelegene Partie ist lateral von Entoderm bekleidet. Auf jeder Hälfte ist ein Tentakel, rechts im Längsschnitt, links im Schrägschnitt getroffen. Die Tentakel sind der Raumersparniss halber nicht in ihrer ganzen Länge dargestellt. Der grössere rechts gelegene Theil, der dicht unter dem Tentakel medial von Ectoderm und lateral von Entoderm bedeckt ist, setzt sich nach abwärts in eine Tasche fort, deren Eingang nach rechts in der Figur in einiger Entfernung vom Ansatz des Tentakels liegt und die aussen mit Ectoderm, innen aber mit Entoderm bekleidete Wandungen zeigt. Unten in der Figur sind die Drüsenzellen des Fusses durch Strichelung hervorgehoben.

Die mikroskopischen Schnitte entsprechen somit, was die Anordnung von Entoderm und Ectoderm anlangt, dem Befund am lebenden Thier, da auch an den Schnitten aussen dicht unter den Tentakeln eine Zone von Entoderm, im Uebrigen aber nur Ectoderm sich findet. Die Schnitte erlauben aber einen weiteren Schluss, der auch am lebenden Thiere bei continuirlicher Beobachtung sich ergeben haben würde: Das Fussende hat sich durch die obere von der Borste geschaffene Wundöffnung zurückgestülpt. Eingeleitet wurde diese Rückstülpung durch die vorhin beschriebene Festheftung des Fusses an die bei der Umstülpung benutzte Borste. Der Polyp weist die am Modell studirten Characteristica auf, die sich bei einer solchen partiellen Rückstülpung ereignen müssen, da er gemäss den Schnitten, in die er nach der Erhärtung zerlegt wurde, genau der Figur 10 auf Tafel XXIX entspricht. Die Orientirung der Figur 5 auf Tafel XXVII und der Figur 10 auf Tafel XXIX ist dieselbe, so dass man ihre Uebereinstimmung nach dem Gesagten leicht erkennen wird.

Nur ist bei der Erhärtung offenbar die beginnende Rückstülpung vom Mundrande her in Folge der Contraction rückgängig gemacht worden, da an den Schnitten (Fig. 5 u. 6, Taf. XXVIII) in der Tentakelregion das Ectoderm lateral nicht so weit herabzieht, als man es nach dem Aussehen des lebenden Thieres hätte erwarten sollen.

Um die Beschreibung der einzelnen Versuche nicht zu einer leeren Wiederholung des schon Gesagten herabzudrücken, will ich nur hinzufügen, dass bei anderen gleichen Versuchen die Verwachsung des Tentakelendes zu einem Ringe, der seitlich mit zwei Röhren in das zurückgestülpte Fussende einmündete, zu Stande kam, wenn die Thiere nicht so früh als in dem vorliegenden Falle abgetödtet wurden.

Somit kann sich ein umgestülpter Polyp, ohne die quer durchgestossene Borste zu verlassen, zurückstülpen und am Leben bleiben.

Diese Form der Rückstülpung ist aber nicht die einzige. Es wäre denkbar und am Modell auch zu zeigen, dass ein umgestülpter und quer durchbohrter Polyp mit seinem vorderen Ende sich durch dieselbe Wundöffnung zurückstülpte, wodurch vorher das Fussende geschlüpft war. Diesen Fall habe ich freilich am lebenden Thier noch nicht beobachtet. Dabei würde der Polyp

die Borste gleichfalls nicht verlassen müssen; er bliebe nach der Rückstülpung genau so orientirt, wie vor derselben.

Begünstigt wird die im Versuch vom 21. Januar 1891 beschriebene Art der Rückstülpung durch langsame Umstülpung und dadurch verursachte Festheftung des Fusses an der umstülpenden Borste. Man leitet durch das Zurückziehen der Borste die Rückstülpung schon ein. Sie wird weiter erleichtert, wenn man den umgestülpten Polypen dicht unter den Tentakeln quer durchbohrt und die Ränder der unteren Wundöffnung durch die quer durchgestossene Borste fest gegen die Unterlage anpresst.

Ein umgestülpter Polyp kann sich aber auch nach der von mir schon früher beschriebenen Art zurückstülpen. Im Folgenden soll einer der im Laufe dieses Jahres angestellten Versuche mitgetheilt werden.

Versuch vom 19. Januar 1891. Eine *Hydra grisea* wird umgestülpt und mit einer quer durch den Leib gesteckten Borste auf dem Wachsklotz des Beobachtungsaquarium befestigt (Fig. 6, Tafel XXVII).

Am folgenden Tage, dem 20. Januar, liegt der Polyp unverändert da; nur an den Wundrändern zeigt sich ein feiner Saum von Ectoderm. Am 21. Januar hat sich das Ectoderm von der Wunde aus ganz über den hinteren Abschnitt ausbreitet¹⁾. Der Polyp ist am 22. Januar aussen ganz von Ectoderm bekleidet (siehe Tafel XXVII, Fig. 7). An den Schnitten durch das getödtete Thier lässt sich feststellen:

Dass der Polyp sich vom Mundrande und von den Wundrändern her zurückgestülpt hat. Während bei dem vorigen Versuch das Fussende sich nach innen und gegen die Tentakel zu einstülpte, stülpt es sich jetzt von den Wundrändern nach abwärts zu heraus. Während bei dem vorigen Versuch der Fuss schon am lebenden Thier an seiner alten Stelle zu erkennen war, wird er bei dem vorliegenden Versuch erst auf den Schnitten deutlich und liegt an der unteren Peripherie der Borste, also im Innern des Thieres.

1) Man kann am lebenden Thier nicht mehr sehen, als hier beschrieben ist. Erst die mikroskopische Untersuchung der Schnitte durch den abgetödteten Polypen lehrt, dass mit dem Ectoderm auch das zugehörige Entoderm und die Stützlamelle sich vom Wundrande aus umgeschlagen haben.

Das Tentakelende hat sich in beiden Versuchen zu einem Doppeling umgestaltet. Will man den Bau dieses Ringes an einem einfachen Modell nachahmen, so denke man sich ein Rohr ringförmig gebogen und an den freien Rändern ohne Aufhebung der Lichtung verlöthet. Von diesem jetzt geschlossenen Hohlraum, nicht von der Ringöffnung, mittelst derer man den Ring über einen passenden Cylinder streifen könnte, führen an unseren Versuchsthieren, sobald sie aussen wieder ganz von Ectoderm bekleidet sind, seitliche Röhren in die Lichtung des Fussendes. Die Lichtung des Fussendes ist bis auf die Communicationsstellen mit der Lichtung des Ringes in beiden Abarten der Rückstülpung durch Verwachsung der Wundränder geschlossen worden. Im Versuch, begonnen am 21. Januar 1891, kam die Verwachsung in der Mitte des Thieres zu Stande, der Fuss lag somit wieder an seiner alten Stelle. Im Versuch, begonnen am 19. Januar 1891, dem zweiten der unter dieser Rubrik mitgetheilten Versuche, fand die Verwachsung der nach aussen umgeklappten Wundränder in der Gegend des alten Fusses statt; dieser selbst lag in der Mitte des Thieres.

Zur Illustration des Gesagten sind auf Tafel XXX die schematisirten Längsschnitte durch zwei umgekehrte, in der Mitte des Leibes quer durchbohrte Polypen nach der Rückstülpung in den Figuren 6 und 7 abgebildet worden. Beiden ist die äussere Form gemeinsam. Ein zwei Tentakel im Längsschnitt tragender Hohlraum in normaler Weise innen von Entoderm und aussen von Ectoderm begrenzt, hat zwischen den Tentakeln eine tief eingesenkte Höhlung, die aber nirgendwo in die Lichtung zwischen den Wänden des Leibes hineinführt, sondern auf unseren Schnitten in den von der Borste erzeugten und, wie man sieht, wieder mit Ectoderm überkleideten Wundkanal übergeht. In Fig. 7 — Schema des nach aussen zurückgestülpten Fussendes — liegt der unteren Peripherie des Borstenkanals der Fuss an, kenntlich an der Schraffirung im weissen Ectoderm. In Fig. 6 — Schema des nach innen und gegen die Tentakel zurückgestülpten Fussendes — liegt der Fuss wie an einem normalen Polypen an der Basis und nicht, wie in Fig. 7, in der Mitte des Leibes. Das Verständniss dieser Schemata wird durch Vergleich von Fig. 10 auf Tafel XXIX erleichtert. Fig. 6 und 7 der Tafel XXX sind als Längsschnitte durch die Figur 10 in der Ebene der Tafel

XXIX zu denken, nachdem man an der Figur auf Tafel XXIX die Verlöthung der Ränder in der bei der Schilderung der Modellversuche angegebenen Weise gemacht hatte.

Es erübrigt nunmehr noch einige Längs- und Querschnitte durch die nach der zweiten Art zurückgestülpten Polypen zu beschreiben.

Die in den Figuren 1, 2 und 3 auf Tafel XXX abgebildeten Schnitte stammen von dem in Fig. 6 und 7, Tafel XXVII dargestellten und am 19. Januar 1891 umgestülpten Polypen. Die Schnitte sind schräg zur Tafelebene der Fig. 7 der Länge nach geführt und gegen die Figur 7 auf Tafel XXVII um 90° nach rechts gedreht, so dass die Tentakel in den Schnitten auf der Tafel XXX nach oben und beim ganzen Thier auf Tafel XXVII nach links gerichtet sind.

Figur 1 auf Tafel XXX stellt einen Schnitt dar, der die Tentakelgegend und den Wundkanal schräg getroffen hat und nahe der Oberfläche gelegen ist. Fig. 2, Tafel XXX liegt sechs Schnitte mehr nach dem Innern zu; der Wundkanal ist ganz getroffen und wird von einem ringförmigen Hohlraum umgeben, der in seinem Innern mit Entoderm, aussen von Ectoderm bekleidet ist. Zwei Schnitte weiter folgt ein Bild, wie es in Fig. 7 derselben Tafel schematisirt dargestellt ist. Der Schnitt würde abgebildet worden sein, wenn Tentakel und Fuss an ihm sichtbar gewesen wären; so stellt er aber blos einen C-förmig gebogenen Hohlzylinder dar. Die Oeffnung in dem C entspricht, wie an Figur 7 schon erläutert wurde, dem Durchschnitt des Wundkanales, wie er gerade in die Oeffnung des von der Tentakelregion gebildeten Ringes übergeht.

Taf. XXX, Fig. 3 zeigt die Lage des Fusses, an der Schraffirung des weissen Ectoderm kenntlich. Diesem Schnitt folgen noch fünf, an denen der Durchschnitt des Fusses gleich orientirt ist und nicht an der Peripherie unten, sondern im Borstencanal sich findet.

Fig. 4 und 5 der Taf. XXX sind Querschnitte durch einen umgestülpten, quer durchbohrten und zurückgestülpten Polypen (Versuch vom 26. Juni 1886).

Fig. 4 stellt einen Querschnitt durch die Tentakelregion dar: Querschnitt des Hohlringes. Fig. 5 giebt einen Querschnitt durch das Fussende wieder. Im ersten Schnitt Fig. 4 (vgl. den

schematischen Längsschnitt in Fig. 6 auf Tafel XXX), der nach oben links einen Tentakel getroffen hat, ist gleichsam in den äusseren von normal gelagerter Wandung der Polypen gebildeten Ring — aussen Ectoderm, dann Stützlamelle und Entoderm — ein anderer hineingesetzt mit umgekehrter Reihenfolge der Schichten. Fig. 5 hat aussen Ectoderm, innen Entoderm und zwischen beiden die Stützlamelle. Der Magenraum ist unregelmässig vom Entoderm begrenzt. Die Querschnitte durch die verschiedenen Regionen entsprechen somit den Längsschnitten und dem was man nach dem Modellversuch erwarten konnte.

Gelegentlich meiner früheren Versuche waren die Polypen, nachdem das Ectoderm wieder aussen lag, vom Draht befreit worden und hatten nach zwei Tagen ihre normale Leibesbeschaffenheit wieder erlangt.

Diesmal versuchte ich festzustellen, wie lange ein umgestülpter Polyp nach der Rückstülpung auf der Borste würde sitzen bleiben, und welche Wege er etwa zu seiner Befreiung einschlagen möchte.

Da die umgestülpten Polypen, wenn sie nicht die vordere Leibeshälfte gleich der hinteren zurückstülpen, nach den bisherigen Erfahrungen in der Tentakelregion einen Doppelring bilden, siehe Taf. XXX, Fig. 4, 6 und 7, so wäre es denkbar gewesen, dass ähnlich wie bei den Versuchen, wie sie in den Figuren 1 bis 8 auf Tafel XXIX bildlich dargestellt wurden, auch hier der Doppelring sich in der Längsaxe des Thieres aufspalte. Das traf jedoch nicht ein. Es ereignete sich vielmehr eine Resorption der inneren Wand des Doppelringes, wie ich dies auch schon früher nach Befreiung der Polypen von der Borste gesehen hatte.

Hier folgt die Beschreibung eines derartigen Versuches.

Eine kräftige *Hydra grisea* wird am 10. Februar 1891 umgestülpt und mit einer Borste quer durchbohrt. Nach 24 Stunden hat sich das hintere Leibesende durch die eine der Wundöffnungen zurückgestülpt und hat sich mit den Drüsenzellen des Fusses am Wachsklotz des Beobachtungsaquarium festgeheftet. Die Tentakelregion ist zu einem Doppelring umgestaltet. Fuss und Tentakel liegen wie vor der Rückstülpung orientirt, und die ganze äussere Oberfläche mit Einschluss des ursprünglichen Wundcanals ist mit Ectoderm bekleidet. Am 15. Februar sind zwei neue Tentakel an der vorderen Grenze des Doppelringes erschienen.

Am 18. Februar kann man die Ringöffnung nicht mehr erkennen, der Polyp haftet aber noch gut auf der Borste. Eine Aufspaltung des Ringes ist nicht erfolgt, da die Tentakel noch immer eine Kreisfläche umstehen. Hätte man es wagen dürfen, den Polypen auf eine durchsichtige Unterlage zu bringen, so würde man erkannt haben, dass nunmehr die Resorption der inneren Ringwand erfolgt war. Den Beweis hierfür kann ich jedoch erst aus den folgenden Beobachtungen erbringen.

Am 21. Februar war ein dritter junger Tentakel am vorderen Leibesende hervorgesprosst, der Polyp haftete gut auf der Borste. Am folgenden Tage zeigte sich, wie ich dies auch bei dem Versuch vom 27. Januar d. J. beobachtet hatte (s. S. 548), ein weisslicher Streif auf einer Seite des Borstencanals — diesmal quer zur Längsaxe des Polypen. — Am 23. Februar, also nach 13 Tagen, war der Polyp von der Borste abgefallen. Er sass mit seinem Fuss festgeheftet an einer Wasserpflanze, das entgegengesetzte Ende, die frühere Mundregion war von sechs alten und drei jungen Tentakeln umgeben. Die äussere Form glich einem $\square$, öfters auch durch Drehung des Leibes einem Z . Oben an dem Längsbalken lag der Tentakelkranz, unten der Fuss. Die kurzen Querbalken waren durch die quere, einseitige Aufspaltung des Borstencanals entstanden. Der Polyp war ganz von Ectoderm bedeckt. Wie man jetzt bei durchfallendem Lichte ohne Weiteres erkennen konnte, war der Innenraum von Entoderm bekleidet und zog sich continuirlich durch den ganzen gebogenen und an den Enden geschlossenen Cylinder hin. Somit war der Doppelring, den die Tentakelregion gebildet hatte, ebenfalls in einen einfachen, innen von Entoderm und aussen von Ectoderm gebildeten Cylinder umgewandelt worden. Bis zum 16. Februar hatten sich aus der vorderen und hinteren Oeffnung des direct nach der Rückstülpung entstandenen Doppelringes abgestorbene Gewebsetsen entleert, die nach der mikroskopischen Untersuchung aus Entoderm- und Ectodermzellen bestanden. Es waren somit Theile zu Grunde gegangen. Auch später noch, bevor sich wieder eine Mundöffnung gebildet hatte, lagen in dem Magenraum des Polypen geballte Massen, die nur von abgestorbenen Theilen des Leibes herrühren konnten, da jede Möglichkeit einer Aufnahme von aussen ausgeschlossen war. Schon bei den Beobachtungen über die Regeneration aus länglichen Stücken der

Leibeswand hatte ich feststellen können, dass bei den Restitutionsvorgängen Resorptionserscheinungen auftreten (d. Arch, Bd. XXIX, Taf. XIX, Figg. 90—94). Im vorliegenden Versuche müssen aber nach der Ausschaltung der unbrauchbaren Theile durch Austossung und durch Resorption auch noch Verwachsungen der Wundränder eingetreten sein; denn sonst hätte aus einem Doppelring kein einfacher Hohlzylinder entstehen können. Einen ähnlichen Vorgang wird man in den folgenden Versuchen beschreiben finden, wo ebenfalls aus der Continuität ein Stück der Leibessubstanz verloren ging und darauf Verwachsung der durch Demarkation gebildeten freien Ränder erfolgte.

Der Polyp hatte am 26. Februar seine Gestalt noch nicht geändert; an der alten Stelle sass ein Kranz von 12 Tentakeln; es waren somit 6 neu gebildet. An diesem Polypen sah ich zum ersten Male die schon von älteren Autoren beschriebene Gabelung eines Tentakels. Nach meinen Beobachtungen ist der zweiarmlige Tentakel durch Verschmelzung zweier alten Tentakel entstanden; da mit der Zeit die basale Partie immer länger, die freien Zinken dementsprechend kleiner und der verwachsene Tentakel allmählich resorbirt wurde. Diese Verwachsung von Tentakeln wurde im Laufe der weiteren Beobachtung noch zweimal festgestellt. Am 6. März hatte der Polyp 7 Tentakel, darunter zwei verwachsene, von denen der eine aus zwei alten und der andere aus drei alten Tentakeln bestand, die in beträchtlicher Ausdehnung an ihrer Basis verwachsen waren.

Nach drei Tagen, am 9. März, waren alle Tentakel einfach, die beiden aus dem Zusammenfluss von je zwei oder drei entstandenen dicker, als die übrigen fünf. Die seitlichen Zinken waren fast ganz geschwunden. Die beiden verwachsenen Tentakel wurden resorbirt; man konnte ihr Schwinden von Tag zu Tag beobachten. Am 12. März war ein neuer Tentakel hervorgesprosst. Am 15. März war der Polyp in Nichts mehr von einem normalen Polypen mit sechs Armen zu unterscheiden.

Greifen wir jetzt wieder zurück auf die bei den Versuchen vom 25. und 27. Januar 1891 (pag. 552) aufgeworfene Frage, ob bei der Aufspaltung des Doppelringes zu einem cylindrischen Rohr nachweislich mechanische Ursachen mitgewirkt haben, so wird man nach den bei dem vorigen Versuch gemachten Erfahrungen diese Frage bejahen müssen. In den Versuchen vom 25.

und 27. Januar 1891 hat offenbar die longitudinale Aufhängung der Polypen zu einer Längsspaltung des Doppelringes die Veranlassung gegeben; da mit dem Wegfall der Aufhängung im Versuch vom 10. Februar, dem so eben beschriebenen Versuche, auch die Längsspaltung des Doppelringes nicht eintrat. Hier wurde der Doppelring durch den complicirten Process der localen Nekrose, Resorption und secundären Verwachsung der neu geschaffenen freien Ränder in ein einfaches cylindrisches Rohr umgewandelt. Dagegen wirkte die quer durchgestossene Borste auch beim letzten Versuche in ähnlicher Weise wie bei den Versuchen vom 25. und 27. Januar 1891. Nur erfolgte hier der Lage der Theile entsprechend eine quere Aufspaltung an der Peripherie des Borstencanals, wie wir sie vorhin des Näheren beschrieben haben. Wäre der Polyp wie in allen im 29. Bd. d. Arch. beschriebenen Versuchen früher von der Borste, also etwa am zweiten oder dritten Tage nach der Rückstülpung, befreit worden, so würde nach dem Wegfall der mechanischen Ursache auch hier keine Aufspaltung erfolgt sein, da in meinen früheren Versuchen der Borstencanal einfach verschwand.

Diese Fähigkeit der Verwachsung von ächten Canälen erinnert an die Verwachsung epithelialer Flächen oder Ränder bei höheren Thieren. Nur scheint sie bei Polypen in etwas anderer Weise vor sich zu gehen; da der Verwachsung stets ein Substanzverlust, also gewissermassen eine Anfrischung vorausgeht. Man würde zur genaueren Erkenntniss dieses Vorganges erst durch eigens darauf gerichtete Versuche kommen können. Hier genügt es vorläufig, gezeigt zu haben, dass ein abnorm gestalteter Polyp je nach den äusseren Bedingungen in verschiedener Weise zur naturgemässen Gestalt zurückkehren kann. Um in der Sprache der Chirurgen zu reden würde man sagen müssen, dass bei den Polypen ächt benarbte Canäle entweder durch mechanische Aufspaltung oder durch Verwachsung verschwinden können.

4. Zur Frage, ob ein an der Rückstülpung gehinderter Polyp zu Grunde gehen müsse.

Die sogleich mitzutheilenden Beobachtungen verdanke ich dem Zufall; da in beiden Fällen kein ersichtlicher und durch das Experiment beabsichtigter Grund für die Erscheinungen vorlag.

Versuche vom 14. Janunr 1891. Eine umgestülpte *Hydra grisea* wurde in ein Beobachtungsaquarium gebracht, ohne dass sie irgendwie verletzt worden wäre. Der Polyp war am 19. Januar noch nicht zurückgestülpt. Am 20. Januar zerfiel das Fussende zum Theil, es erfolgte von dort eine totale Rückstülpung. Bald darauf hatte die Fusswunde sich geschlossen und dort ein neuer Fuss sich gebildet. Am 21. Januar zeigte das Thier seine ursprüngliche, aber verkleinerte Form.

Eine umgestülpte *Hydra grisea* wird mit einem Draht quer durchbohrt, nachdem sie vorher 5 Stunden dagelegen hatte, ohne sich zurückzustülpen. Am 19. Januar ist der Polyp vom Draht abgefallen und mit Ausnahme eines kleinen Reifes in der Mundgegend aussen ganz von Entoderm bekleidet. Am 21. Januar liegt der Polyp als eine verkleinerte von Ectoderm aussen ganz bekleidete Kugel da, wird am 22. Januar cylindrisch und hat am 23. Januar drei neue Tentakel gebildet.

Somit kann ein umgestülpter Polyp doch länger als man früher glaubte, in den geschilderten Versuchen sechs Tage lang, am Leben bleiben, ohne sich zurückgestülpt zu haben. Erfolgt dann die Rückstülpung, so ist immer eine bedeutende Verkleinerung des Thieres damit verbunden. Da die Thiere, so lange sie umgestülpt sind, hungern müssen, so ist die Verkleinerung erklärlich. Der Polyp zehrt vom eigenen Leibe. Darin ist aber zugleich der Grund gegeben, dass ein an der Rückstülpung absolut gehinderter Polyp zu Grunde gehen müsse. Er wird nie wieder zur Nahrungsaufnahme geschickt, wenn das Entoderm nicht innen liegt.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XXVI—XXX.

Tafel XXVI.

Fig. 1—5. Umstülpung eines Handschuhfingers, dessen eine Wand nahe der Oeffnung von aussen nach innen durchbohrt wurde.

Fig. 1. Ausgangstadium, Fig. 2 incomplete, Fig. 3 complete Umstülpung vom blinden Ende aus, Fig. 4 Drehung des umgestülpten Handschuhfingers von 180^0 um die Nadel, Fig. 5 Drehung von 180^0 um die Längsaxe des umgestülpten Handschuhfingers.

Fig. 6—8. Umstülpung eines Handschuhfingers, dessen eine Wand nahe der Oeffnung von innen nach aussen durchbohrt wurde. Die Nähte sind der besseren Orientirung halber eingezeichnet.

Fig. 6. Ausgangstadium: die Nähte liegen aufwärts, Fig. 7 incomplete Umstülpung. Fig. 8. Der blinde Zipfel ist 180^0 um die horizontale kurze Axe des Fingers gedreht. Die in Fig. 6 und 7 sichtbaren Nähte sind nach abwärts gerichtet und deshalb nicht mehr zu sehen.

Fig. 9—12. Umstülpung eines Handschuhfingers, der nahe der Oeffnung doppelt durchbohrt ist.

Fig. 9. Ausgangstadium, Fig. 10 incomplete Umstülpung vom blinden Ende aus, Fig. 11 complete Umstülpung, Fig. 12 Drehung von 180^0 um die Nadel.

Fig. 13—16. Theilweise Umstülpung eines in der Mitte doppelt durchbohrten Handschuhfingers.

Fig. 13. Ausgangstadium, wo die obere Durchbohrungsstelle erweitert ist, Fig. 14 Ein- und Durchstülpung des hinteren Endes durch die Oeffnung in der oberen Wand, Fig. 15 Drehung von 90^0 um die horizontale Queraxe des Handschuhfingers, Fig. 16 stellt Fig. 15 von der Unterseite her dar.

Tafel XXVII.

N.B. In allen folgenden Figuren ist das Entoderm grau, das durchscheinende Entoderm mattgrau und das Ectoderm weiss gehalten, die Fussgegend mit ihren Drüsenzellen gestrichelt.

Fig. 1—4. Umstülpung und Rückstülpung eines Polypen, der mit seiner Knospe noch einen gemeinschaftlichen Magenraum hat.

Fig. 1. Der lebende Polyp, Fig. 2 der lebende Polyp 10 Minuten nach der Umstülpung, Fig. 3 der lebende Polyp 55 Minuten nach der Umstülpung, Fig. 4 der 24 Stunden nach der Umstülpung in Alcohol abgetödtete Polyp. — Vergr. Zeiss a, Oc. II; a die Knospe; b unteres Ende einer abgeschnittenen Knospe, deren Magenraum nicht mehr mit dem des Mutterthieres in offener Verbindung stand; c die zur Orientirung über die Lage und zur Verhinderung des Abgleitens an dem einen Ende der Borste angeschmolzene Wachskugel.

Fig. 5. Ein umgestülpter und mit einer Borste quer durchbohrter Polyp 24 Stunden nach der Umstülpung in Alcohol abgetödtet. Vergr. ¹⁾ Zeiss a, Oc. II. f der Fuss.

Fig. 6. Ein umgestülpter und quer durchbohrter, lebender Polyp.

Fig. 7. Derselbe Polyp nach drei Tagen in Alcohol abgetödtet. Vergr. Zeiss a, Oc. II.

Tafel XXVIII.

Fig. 1. Längsschnitt durch den in Fig. 4 der Tafel XXVII dargestellten Polypen; rechts unten die Knospe mit ihrem Tentakel getroffen. Vergr. Zeiss A, Oc. II.

Fig. 2, 3, 4. Querschnitte durch den in Fig. 2 der Tafel XXIX abgebildeten Polypen. Der Polyp wurde in eine von rechts nach links vorschreitende Serie feiner Schnitte zerlegt.

Fig. 3 ist die Abbildung des 9., Fig. 2 des 25. und Fig. 4 des 34. Schnittes. Der Schnitt der Fig. 2 fällt durch den oberen Höcker der Fig. 2 auf Tafel XXIX. Dieser Höcker ist der Fuss, in den Zeichnungen längsschraffirt. Vergr. Zeiss A, Oc. II.

Fig. 5 und 6. Längsschnitte senkrecht zur Tafelebene durch den in Fig. 5 der Tafel XXVII abgebildeten Polypen.

Fig. 5. Schnitt durch die Borstenwunde; Fig. 6 seitlich davon. Vergr. Zeiss A, Oc. II. — N.B. Die Schnitte durch den Polypen der Fig. 2, Tafel XXIX sind conform den übrigen Schnitten der Tafel XXVIII orientirt worden, was hoffentlich zu keinem Missverständniss führen wird, da der Polyp in Fig. 2 der

1) Würde man die Theile auseinander ziehen, so erhielte man die Figur 10 auf Tafel XXIX, wie sich auch aus den Längsschnitten durch die vorliegende Figur auf Taf. XXVIII, Fig. 5 und 6 ergibt. Die aussen weisse Wand, die man von der Borste durchbohrt sieht, geht somit unter der aussen grauen, tentakelwärts gelegenen durch.

Tafel XXIX mit seinem Fuss nach aufwärts und mit den Tentakeln nach abwärts gerichtet ist, die Schnitte auf der vorliegenden Tafel XXVIII aber umgekehrt gerichtet sind. — Die Magenöhle und die Umgebung des Polypen sind auf den Abbildungen schwarz.

Tafel XXIX.

- Fig. 1. Polyp über eine Borste umgestülpt, das Fussende durchbohrt wie auf Tafel XXVII, Fig. 2; 24 Stunden nach der Umstülpung; lebend. Vergr. Zeiss a, Oc. II.
- Fig. 2. Derselbe Polyp, 24 Stunden später in Alcohol abgetödtet. Vergr. Zeiss a, Oc. II.
- Fig. 3—8a. Umwandlungen eines über eine Borste umgestülpten, am Fussende wie in Fig. 2, Tafel XXVII durchbohrten Polypen.
- Fig. 3. Der Polyp 24 Stunden nach der Umstülpung. Fig. 4. Der Polyp 2 Tage nach der Umstülpung. Fig. 5. Dasselbe Thier am dritten Tage nach der Umstülpung. Fig. 6. Derselbe Polyp am fünften Tage nach der Umstülpung. Fig. 7. Aussehen des lebenden Polypen am sechsten Tage nach der Umstülpung. Fig. 8 und 8a. Zwei in Alcohol abgetödtete Polypen, die am zwölften Tage nach der Umstülpung des ursprünglichen Polypen sich durch Schwund der in den Figg. 6 und 7 sichtbaren Brücke von einander trennten und bis zur Abtödtung in Alcohol noch zwei Tage unverändert weiter lebten. — Der Polyp in Fig. 8 hat 2 Köpfe mit 8 Tentakeln, der Polyp in Fig. 8a hat 4 Tentakel, jeder Polyp hat einen Fuss. Vergr. Zeiss a, Oc. II.
- Fig. 9 u. 10. Zweiactige Umstülpung eines in der Mitte doppelt durchbohrten Säckchen.
- Fig. 9. Ausgangstadium. a Der von aussen sichtbare Rand des Loches in der vorderen Wand; b der von innen sichtbare Rand des Loches in der hinteren Wand; c der freie Rand der Lichtung; d d' eine in das Innere eingeführte Sonde. Fig. 10. Endstadium, hervorgegangen aus Fig. 9, indem der untere blinde Theil des Säckchen eingestülpt und aus dem Loch in der vorderen Wand hervorgezogen wurde, so dass der Rand a, wie Fig. 10 zeigt, sowohl auf der vorderen wie auf der hinteren Seite und das untere mit d' bezeichnete Ende der Borste d d' frei liegt. In den unteren Sack, dessen Oeffnung jetzt nach hinten gerichtet ist, wurde die Borste ee' eingeführt. Der freie Rand c ist nach unten umgeklappt. In der Oeffnung des hierdurch entstandenen Doppelringes steckt noch, wie ursprünglich, der mit d bezeichnete Anfangstheil der Borste d d'.

Fig. 11. Umstülpung eines nicht ganz nahe der Oeffnung doppelt durchbohrten Handschuhfingers. a Ausgangstadium, b Endstadium nach der vom blinden Ende her erfolgenden Umstülpung 180° um die Nadel gedreht. (Das blinde Ende der Raumersparniss wegen nach abwärts umgeklappt.)

Tafel XXX.

Fig. 1—3. Schnitte durch den in Fig. 7 der Tafel XXVII abgebildeten Polypen schräg zur Tafelebene.

Fig. 1 stellt den 4. Schnitt, Fig. 2 den 10. Schnitt und Fig. 3 den 15. Schnitt der Serie dar. (Die Schnitte sind gegen die Fig. 7 auf Tafel XXVII um 90° gedreht.) Vergr. Zeiss A, Oc. II.

Fig. 4. Querschnitt durch die obere Partie (Tentakelgegend, oberhalb der durchgesteckten Borste) eines umgestülpten, quer mit einer Borste durchbohrten und nach 24 Stunden restituirten Polypen. Ein Tentakel ist oben schräg getroffen. Das Ganze stellt einen Doppelring vor, dessen Oeffnung keine Magenöhle ist, da sie von Ectoderm begrenzt wird. Die alte Magenöhle liegt zwischen den beiden Wandungen des Doppelringes selbst; sie ist an manchen Stellen spaltförmig, an andern erweitert und an noch andern durch Querbrücken im Schnitt verdeckt. Vergleiche hierzu den Längsschnitt eines solchen Doppelringes in Fig. 1, Tafel XXVIII.

Fig. 5. Querschnitt durch die untere Region desselben Polypen.

Fig. 6 u. 7. Ideale Längsschnitte median durch umgestülpte, mit einer Borste quer durchbohrte und wieder restituirte Polypen, senkrecht zur Borstenebene.

Fig. 6. Umstülpung des unteren Abschnittes vom Fuss aus — also nach innen und oben — und Herauskriechen durch den einen Wundrand (vgl. Figg. 14—16, Tafel XXVI und die Fig. 5 auf Tafel XXVII). Der schraffierte Fuss liegt unten, auf der entgegengesetzten Seite der Tentakel. Fig. 7. Umstülpung des unteren Abschnittes von den Wundrändern aus, also nach aussen und unten. Der schraffierte Fuss liegt nach unten der Borste an. Die oberen Abschnitte haben sich in beiden Fällen durch Umschlag von den Wundrändern und den Tentakeln her zu einem Doppelring umgebildet, und in beiden Fällen kann man von der Lücke zwischen den Tentakeln, wo früher die Mundöffnung lag, nicht mehr in die Magenöhle eindringen. Diese Lücke ist die innere Lichtung des Doppelcylinders (cf. Fig. 4, Tafel XXVII), die auf den durch die quer durchgesteckte Borste geschaffenen Wundcanal hin und von da beiderseits

wieder ins Freie führt. Der obere Rand des Borstencanals ist in den Schemata nicht getroffen. Da es bei der Wiedergabe dieser Schemata wesentlich darauf ankam, die verschiedene Lage der Fussdrüsenzellen bei den beiden Arten, nach denen die Rückstülpung des Fussendes möglich ist und vorkommt, zu zeigen, so sind keine weiteren schematisirten Durchschnitte beigegeben worden. Man kann sie leicht aus den Figuren 5 und 6 der Tafel XXVIII und namentlich mit Zugrundelegung der Figur 10 auf Tafel XXIX construiren.