

- Fig. 9. Obj. 4. Oc. I. Querschnitt aus Serie 19. Fixirung: Sublimat-Eisessig. Kopfhöhle dem Schwinden nahe. Das Epithel der Seite a ist noch deutlich. h wieder hervortretender Hals.
- Fig. 10. Obj. 5. Oc. 0. Sagittalschnitt aus Serie 5. Fixirung: Sublimat-Eisessig. Zeigt den dritten Vorderkopfsomiten S_3 . a Zellmasse, welche cranial von dem Somiten sich abgrenzen lässt. T Trigeminalganglion. V Trigeminus. g Acusticofacialis ganglion. O Ohrbläschen steht durch Stiel St noch in Verbindung mit der Epidermis E. m Mundhöhlenepithel.
- Fig. 11. Obj. 7. Oc. I. Querschnitt aus Serie 1. Fixirung: Sublimat-Eisessig. Zeigt den zweiten Vorderkopfsomiten S_2 . Ch^1 vorderes verbreitertes Ende der Chorda.

Bemerkungen zu Ischikawa's Umkehrungs- Versuchen an Hydra.

Von

August Weismann.

Hierbei 8 Holzschnitte.

M. Nussbaum hat in dieser Zeitschrift vor Kurzem die Arbeit von Ischikawa „Trembley's Umkehrungsversuche an Hydra nach neuen Versuchen erklärt“¹⁾, einer Beurtheilung unterzogen²⁾. Der nicht orientirte Leser muss aus derselben den Eindruck erhalten, als sei diese Arbeit eine überflüssige gewesen, in der im besten Falle nur eine Bestätigung der schon von Nussbaum erhaltenen Resultate zu finden sei.

Da ich diese Ansicht nicht theile, vielmehr die Resultate Ischikawa's für neu und werthvoll halte, so übernehme ich es um so lieber, diese Arbeit gegen ihren Angreifer in Schutz zu nehmen, als ihr Urheber inzwischen in sein Vaterland Japan

1) Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 49. 1890.

2) „Die Umstülpung der Polypen. Erklärung und Bedeutung dieses Versuchs.“ Arch. f. mikr. Anat. Bd. 35. 1890.

zurückgekehrt ist, wo es ihm schwer fallen würde, Herrn Nussbaum in deutscher Sprache zu antworten. Ich fühle mich dazu sogar einigermaßen verpflichtet, da dieselbe unter meinen Augen in meinem Institute entstanden ist. Ich habe Herrn Ischikawa dieses Thema vorgeschlagen, weil mir die 1887 erschienene Arbeit M. Nussbaum's über dieselben Fragen noch keinen befriedigenden Abschluss gebracht zu haben schien. Wohl hatte Nussbaum die erste Hauptfrage entschieden, nämlich die: ob umgestülpte Hydren in diesem Zustande weiter leben, ob also das Entoderm die Funktionen des Ektoderm übernehmen kann. Er hatte gezeigt, dass dies nicht geschieht, dass vielmehr die umgestülpten Polypen stets die ursprüngliche Lagerung ihrer Leibschichten wieder herstellen, auch dann selbst, wenn man sie an der Zurückstülpung durch eine quer durch ihren Körper gesteckte Borste zu hindern suchte, allein über die Art und Weise, in welcher die ursprüngliche Lagerung der Schichten in diesen Fällen wieder hergestellt wird, schien mir durch Nussbaum's Darlegungen keine volle Sicherheit und Klarheit gewonnen zu sein. Auch hielt ich es für erspriesslich, durch Versuche weiterhin noch festzustellen, welche Rolle die sogen. „intermediären“ Zellen des Ektoderms bei der Regeneration spielen.

Nach der neuesten Kundgebung Nussbaum's wäre nun die feine Untersuchungsfrage Ischikawa's vergeblich von mir in Bewegung gesetzt worden, insofern dadurch Nichts, als eine überflüssige Bestätigung Nussbaum'scher Ansichten erzielt worden sei.

Bevor ich in die Untersuchung darüber eintrete, ob dem wirklich so ist, möchte ich nur vorausschicken, dass meiner Meinung nach Nussbaum nicht nöthig gehabt hätte, in der „Form“ der Ischikawa'schen Arbeit einen persönlichen Angriff zu sehen und demgemäss in gereiztem Ton zu erwidern. Nichts lag dem Wesen des Schreibenden wohl ferner, als persönliche Polemik, wohl aber war derselbe nur wenig gewandt im Gebrauch der deutschen Sprache und hat Vieles deshalb allzu kurz und auch nicht immer geschickt ausgedrückt. — Ich bedaure jetzt, dass ich damals verhindert war, mich an der Redaktion des Aufsatzes zu betheiligen oder denselben stylistisch zu überarbeiten.

Was nun das Sachliche betrifft, so handelt es sich zuerst um die Art und Weise, in welcher umgestülpte und mit einer

Borste quer durchbohrte Polypen zur normalen Lagerung ihrer Leibesschichten wieder zurückkehren. Ischikawa suchte 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 andern Seite schliesslich einreisst, um sich nach dem Durchpassiren der Borste wieder zusammenzuschliessen. Nussbaum versteht, soweit ich sehe, diese Erklärung des Vorgangs ganz wohl, bestreitet aber, dass sie neu und von der seinigen verschieden sei. Ischikawa sei „prinzipiell seiner (Nussbaum's) Ansicht, obwohl in seiner (Ischikawa's) Abhandlung das Gegentheil behauptet“ werde.

Ich muss gestehen, dass ich sehr überrascht war, als ich diese Behauptung las. Wenn mir auch nicht die ganze Nussbaum'sche Abhandlung mehr im Gedächtniss war, so erinnerte ich mich doch sehr gut, dass dort fortwährend von einem „Heraus-kriechen“ der im Innern des umgestülpten Polypen liegenden Ektodermzellen „aus den Stichöffnungen“ der fixirenden Borste und vom Mundrand her die Rede ist und ich hatte daraus ganz wie Ischikawa die Vorstellung entnommen, Nussbaum lasse die Restitution des umgestülpten Polypen durch aktive Wanderung der Ektodermzellen erfolgen. Sehe ich jetzt die Abhandlung nach, so finde ich auf S. 342: „Eine Hydra grisea 10 Uhr Morgens umgestülpt. Auf Draht befestigt, ist nach 2 Stunden das Ektoderm von der Gegend der Mundöffnung und der Tentakel merklich nach abwärts über das Entoderm hingekrochen“ u. s. w. Ferner S. 342 unten: „Der umgekehrte und verstümmelte Polyp dehnt sich und zieht sich zusammen, ohne den Draht verlassen zu können. Nach 20 Minuten hat sich das Ektoderm von der vorderen Wundfläche aus nach abwärts geschoben und ist von den beiderseitigen Stichöffnungen mit unregelmässigen Grenzen als dünne Schicht hervorgekrochen.“ Aehnliche Stellen finden sich noch vielfach, besonders auch in der Tafelerklärung, und Niemand wird sie anders verstehen können, als wir sie verstanden haben. Dann aber folgt die von Nussbaum jetzt als Beweis für unser Verkennen seiner Ansicht citirte Stelle: „Da man nun das allmähliche Vorwärtsschieben des fertigen Ektoderm von den Punkten aus, wo ein einfaches Ueberwandern möglich ist,

direkt unter dem Mikroskop verfolgen kann, so könnte man glauben, das Ektoderm vollziehe diese Wanderung ganz allein. Das ist aber nicht richtig. Doch kann der wahre Sachverhalt erst an Schnitten erkannt werden.“ Nun folgt die Schilderung solcher Schnitte, welche zu der etwas unbestimmt formulirten Ansicht führt: dass „das Ektoderm mit der Stützlamelle und wie man annehmen muss, auch mit dem zugehörigen Entoderm über das vorher nach aussen verlagerte Entoderm hinzieht, bis schliesslich aussen kein Entoderm mehr frei zu Tage liegt.“ Jetzt ist also Nussbaum bei der Ansicht angekommen, dass an diesen Stellen eine partielle Umkrepelung stattfindet. Die Beweise dafür sind schwach und die Kritik, welche Ischikawa gegen die beweisende Kraft der Nussbaum'schen Schnitte richtet, möchte wohl sehr gerechtfertigt sein. Aus den Stichöffnungen, welche die Borste verursachte, soll eine Herausstülpung der Leibeswand in ihren beiden Schichten mit Stützlamelle stattfinden. Das ist jedenfalls nicht ohne doppelte Zerreiſung der Stützlamelle möglich, oder wie sollte aus dem engen Loch heraus dieses Blatt sammt den beiden aufliegenden Zellschichten sich so herauschieben können, dass es dann die äussere Fläche des Polypen ganz bedeckt. Ich glaube mit Ischikawa, dass sich Nussbaum hier einfach geirrt hat, 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. Taf. XIX, Fig. 104), entweder auf einer Quellung der Entodermzellen durch Wirkung des Wassers, oder auf einer wirklichen Auswanderung später zu Grunde gehender Ektodermzellen beruht, die aber mit der eigentlichen Restitution der Schichten nichts zu thun hat. Wie sollte denn auch eine Rückstülpung zugleich vom Mundrand her und von den beiden Stichöffnungen aus geschehen können, wie es Nussbaum annimmt? Dabei müsste doch entschieden der ganze Polyp mehrfach zerreiſen und, wenn nicht ein völliges Auseinanderfallen der verschiedenen Stücke eintreten sollte, müssten sich die Zellen beider Schichten vollkommen von einander lösen, um sich dann neu wieder anzuordnen. Das wäre dann aber keine Umstülpung mehr, sondern ein Neubau des Körpers aus seinen Elementen.

Freilich nennt Nussbaum seine „Rückstülpung“ eine

„heimliche“ —, „da die ohne Weiteres sichtbare Rückstülpung, die ohne den fixirenden Draht sich ereignet, verhindert wird“, und hier tritt der Gegensatz zu der Anschauung Ischikawa's deutlich hervor, der auf einer unklaren Vorstellung von dem, was man Umstülpung nennen kann, beruht und der sich durch die ganze Nussbaum'sche Abhandlung hinzieht bis hinein in seine heutige Polemik. Er hat eben zwei Erklärungen, die eine behauptet eine Rückstülpung, die andere eine „Umlagerung“ der Zellen. Wie sollte denn, falls eine wirkliche Rückstülpung im Sinne Ischikawa's stattfindet, dieselbe durch die Borste versteckt und zu einer „heimlichen“ gestaltet werden? Sie ist in der That gradeso öffentlich, wie die Rückstülpung ohne Borste, geht aber in einer veränderten Art vor sich, wie dies aus den Abbildungen Ischikawa's besser, als aus seiner Beschreibung zu ersehen ist. Gerade die in ihrer Deutung von Nussbaum beanstandeten Bilder von Fig. 14—18 geben davon eine ganz klare Vorstellung. Ich gebe die Bilder hier in schematischer Umarbeitung wieder, indem ich die Nummern der Ischikawa'schen Abhandlung beibehalte. Fig. 14 zeigt den

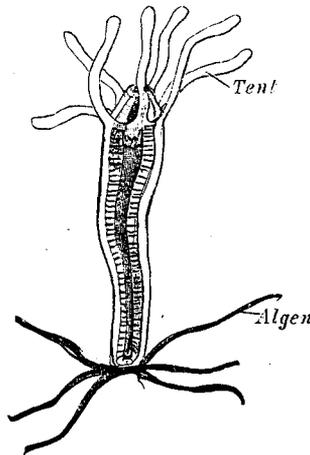


Fig. 14.

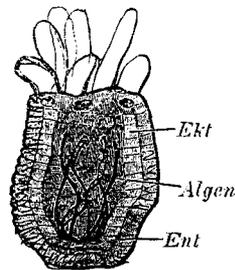


Fig. 15.

Polypen in normaler Stellung auf einigen Algenfäden sitzend; Fig. 15 denselben umgestülpt, Entoderm aussen, Ektoderm innen; man sieht vorn die Oeffnungen, welche in die Höhlen der Tentakel führen; die dem Fuss anklebenden Algenfäden liegen im

Innern der Einstülpungshöhle. Nun beginnt die Zurückstülpung: Der Fuss zieht sich ein und stülpt sich um, Ektoderm aussen, Entoderm innen. In Fig. 16 liegt er noch im Innern des Polypen, aber die an ihm haftenden Algenfäden treten schon zwischen den Tentakeln hervor; in Fig. 17 hat sich die Spitze des Fusses schon zwischen den Tentakeln hervorgeschoben. Dies kann nur so erfolgt sein, dass der Fuss an der einen Seite der Borste sich vorbeischiebt, wie dies der ideale Querschnitt Fig. 17 B verdeutlicht, und die weitere Zurückstülpung kann nur dadurch erfolgen, dass an der der Borste zugewandten Seite des sich rückstülpenden Körpers durch den starken Zug des sich gewaltsam zwischen d. Tentakeln vorstreckenden Fusses ein Riss in der Körperwand entsteht, um diese Rückstülpung zu ermöglichen, aber nicht nothwendigerweise so gross, dass die Borste ganz herausfällt, obwohl auch dies möglich scheint. In Fig. 18

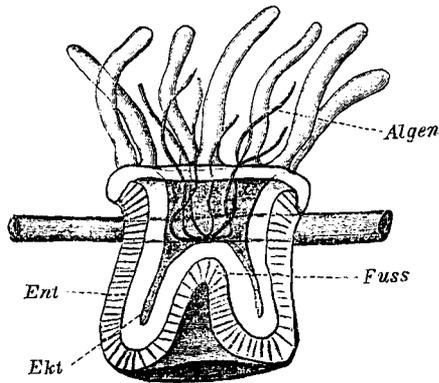


Fig. 16.

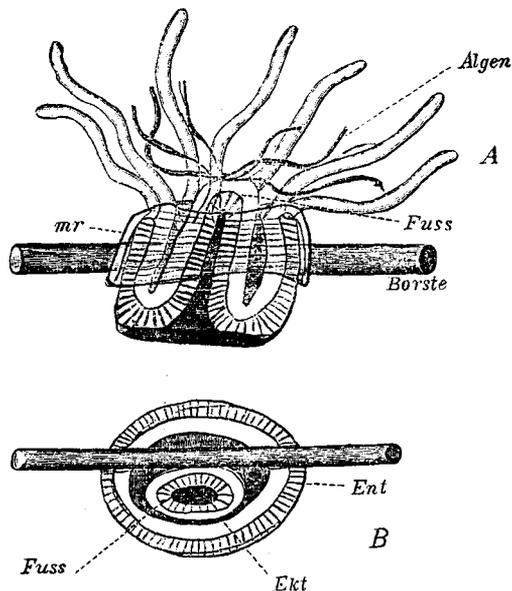


Fig. 17 A. B.

ermöglichen, aber nicht nothwendigerweise so gross, dass die Borste ganz herausfällt, obwohl auch dies möglich scheint. In Fig. 18

sitzt sie noch immer an der einen Seite der Mundöffnung fest. Die Restitution ist also in der That eine wirkliche und sichtbare Umstülpung und Nussbaum gibt eine durchaus irrige Erklärung

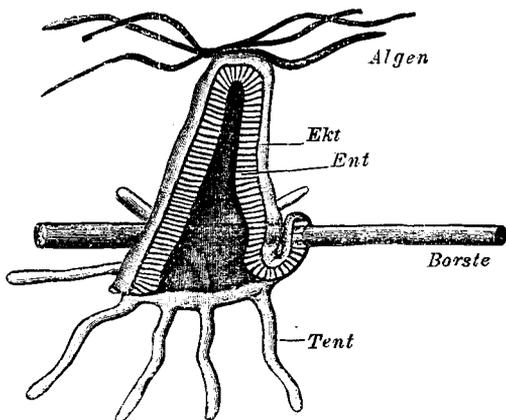


Fig. 18.

ihres Vorgangs, wenn er meint, „das vordere Ende stülpe sich nicht, wie Ischikawa meint, nach aussen und hinten um, sondern die Theile verlagerten sich in der Weise, dass aus dem Innern immer mehr von den Leibesschichten allmählich über den an der grobsinnlich wahrnehmbaren Um-

stülpung durch den Draht gehinderten Mundrand nach abwärts oder hinten geschoben wurden.“ Da haben wir eben wieder die „Verlagerung“, zwischen welcher und der Zurückstülpung Nussbaum hin und her pendelt.

Der freie Mundrand *m* stülpt sich allerdings um, wie man in Fig. 17 sieht, aber freilich kann er dann, durch die Borste gehindert, in dieser Richtung nicht weiter, sondern bleibt stehen und wartet, bis die Umstülpung von dem zwischen den Tentakeln sich hervorstülpenden Fuss aus vollendet ist. Dies ist in Fig. 18 geschehen, ein Bild, welches ich in umgekehrter Stellung gezeichnet habe wie Ischikawa, um den Zusammenhang des ganzen Vorgangs noch anschaulicher zu machen. Nussbaum denkt sich, dass der freie Rand *m*, den ich für den ausgedehnten Mundrand halte, allmählich nach abwärts rücke, um schliesslich den Fuss zu bilden, und zwar soll dies darauf beruhen, dass „immer mehr von den Leibesschichten“ — „allmählich über den Mundrand nach abwärts oder hinten geschoben“ werde. Wie so etwas auf andere Weise geschehen könnte, als durch selbstständige Wanderung von Zellen, die aus dem eingestülpten Ektoderm herkommen, zwischen den Tentakeln durchwandern und nun sich auf dem umgestülpten Entoderm auflagern — also auf einer

„Verlagerung“ der Elemente, auf einem gänzlichen Umbau der Leibeswand, das wird Niemand begreifen können, und gerade diese Anschauung ist es, welche Ischikawa bekämpfte, indem er mit vollem Recht zweifelte, ob nicht dieses „Herauskriechen der Ektodermzellen und ihrer Anordnung zu einem neuen Ektoderm diesen Zellen eine etwas allzu grosse Selbstständigkeit und Einsicht zumuthete.“

Aber freilich, mit einem Gegner, der Proteus-artig seine Gestalt wechselt, ist schwer zu rechten. Bekämpft man seine „Verlagerung“, so hält er einem entgegen, dass er ja klar und deutlich das Wort „Zurückstülpung“ gebraucht habe und dass man mit dem Beweise, es handle sich hier um eine echte und wahrhaftige Rückstülpung, nichts Anderes sage, als was auch er behauptete. Sucht man aber diese Rückstülpung und ihren Verlauf nachzuweisen, so findet man damit nur geringen Beifall, denn nun verwandelt sich die Rückstülpung in eine „heimliche“, welche bei genauerem Zusehen überhaupt keine Rückstülpung ist, sondern das Gegentheil davon: eine „Verlagerung“. Oder was sollte es sonst heissen, wenn Nussbaum, nachdem er zuerst Ischikawa als seinen Nachtreter hingestellt hat, zuletzt sagt: „Also ganz so einfach, wie Ischikawa sich den Vorgang (der Rückstülpung) denkt, ist er doch wohl nicht.“ — „Ist der umgestülpte Polyp von einem Draht durchbohrt, so wird das Zurückstülpen modificirt“ „Die Leibesschichten kriechen gradezu an den Stellen, wo ihnen überhaupt die Möglichkeit hierfür gegeben ist, in der Weise vor, dass das Ektoderm wieder nach aussen verlagert wird.“ Meiner Meinung nach heisst das: eine Rückstülpung findet nicht statt, sondern eine Verlagerung, und diese Ansicht musste somit von Ischikawa als eine der seinigen entgegengesetzte betrachtet werden.

Dass aber Ischikawa nicht nur eine andere Ansicht vertritt, als Nussbaum, sondern auch die richtige, das geht aus folgenden Versuchen hervor, die von Ischikawa in seiner Abhandlung nicht angeführt wurden, weil er seine Darstellung auch ohne sie für hinreichend begründet hielt. Ich theile dieselben aus den Tagebüchern Ischikawa's mit.

Am 22. Oktober 1888 stülpte Derselbe eine Hydra um und fixirte sie dann durch zwei, kreuzweise quer durch sie hindurchgesteckte Borsten. Nun war eine Zurückstülpung

unmöglich, weil der Raum zwischen den vier sich kreuzenden Borstensenkeln viel zu eng wurde. In der That erfolgte auch keine Zurückstülpung, das Entoderm blieb aussen, das Ektoderm innen und das Thier ging zu Grunde. Am 23. Oktober wurde der Versuch wiederholt, und nun konnte man deutlich beobachten, wie das Thier sich bemühte, den Fuss umzustülpen und zwischen den Borsten hinauszuschieben (Fig. 19). Einen ganzen Tag lang

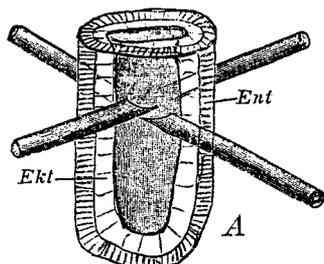


Fig. 19 A.

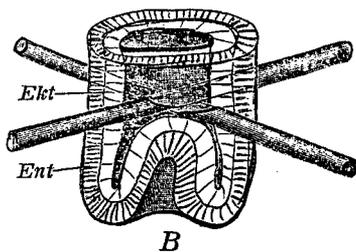


Fig. 19 B.

sah man den halb zurückgestülpten Fuss im Innern des Polypen, aber er konnte nicht an den Borsten vorbeigekommen und so blieb denn auch die Zurückstülpung des ganzen Thieres aus und am folgenden Tag trat der Tod ein. Wäre eine Verlagerung im Sinne Nussbaum's überhaupt möglich, so müsste sie in diesen Fällen rascher und leichter eingetreten sein, als bei Durchbohrung mit nur einer Borste, da ja hier statt zwei Stichkanälen deren vier vorhanden sind, durch welche das „Hinauskriechen des Ektoderms“ stattfinden könnte. Die „heimliche Umstülpung“ Nussbaum's existirt also nicht.

Ich wende mich zu dem zweiten Punkt, von welchem Nussbaum behauptet, dass Ischikawa sich in einen „künstlichen Gegensatz“ zu ihm gebracht habe, im Grunde aber dasselbe beweise, was auch er gemeint habe. Es betrifft dies die „intermediären Zellen“, welche im Ektoderm des Polypen in grösserer oder geringerer Zahl liegen und aus welchen im normalen Verlauf des Lebens theils Nesselzellen, theils Geschlechtszellen werden. Nussbaum bezeichnete sie als „indifferente“ Zellen, d. h. als histologisch noch nicht differenzierte Zellen, aus welchen — so zu sagen — noch Alles werden kann. Allerdings steht nirgends bei Nussbaum geschrieben, dass auch Entodermzellen aus ihnen hervorgehen können und Ischikawa war also

etwas unvorsichtig, wenn er sagte, dass nach Nussbaum „diese Zellen sowohl Ektoderm und Entoderm, als auch Geschlechtszellen erzeugen“ können. Dennoch wird kaum Jemand, der die Nussbaum'sche Arbeit ohne seine neuen Commentare dazu liest, ihm eine andere Meinung zuschreiben, wie Ischikawa es that. Man sähe dann kaum ein, weshalb er einen so grossen Nachdruck auf die Frage legt, ob abgeschnittene Tentakel im Stande sind, sich zum ganzen Polypen zu regeneriren. Seine Versuche ergaben, dass Tentakeln, welche weit oberhalb ihrer Basis abgeschnitten worden waren, sich nicht zum Polypen ergänzten, während ganz unten an der Basis abgeschnittene Arme, besonders wenn ihnen ein Stückchen des Mundrandes anhing, dazu im Stande waren und Nussbaum erklärte Letzteres durch das Vorkommen intermediärer Zellen am Mundrand und in der Basis der Tentakel. Ohne intermediäre Zellen sollte also nach seiner Auffassung eine Regeneration nicht möglich sein. Die Erklärung für die Nicht-Regeneration abgeschnittener Tentakeln zu ganzen Thieren liegt nach ihm „in dem Mangel von Bildungszellen an den Tentakeln“ (Biolog. Centralblatt, Bd. VI, S. 571). Wenn er es nun andererseits für äusserst unwahrscheinlich erklärt, dass die Art von Entodermzellen, welche in den Armen des Polypen vorkommt, jemals auch die andere Art von Entodermzellen hervorbringen könne, welche im Magentheil vorkommt, so möchte man doch schliessen, dass ihm die Vorstellung inne wohnte, die intermediären Zellen könnten auch Entodermzellen bilden; andernfalls könnte er das Fehlen derselben in den Tentakeln nicht als einzige Ursache aufführen, welche die Regeneration der Tentakeln zum ganzen Thier unmöglich macht. Auch möchte man sich doch zu der Frage berechtigt fühlen, wieso denn Tentakel, die an ihrer Basis abgeschnitten wurden, sich nach Nussbaum's Ideen zum ganzen Thier ergänzen können? 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.

Heute freilich spricht Nussbaum seine Meinung klar und bestimmt dahin aus, dass zur Regeneration eines ganzen fort-

pflanzungsfähigen Polypen mindestens eine Ektoderm-, eine Entoderm- und eine Zelle des intermediären Keimlagers nöthig sei, aber warum sprach er sich nicht schon in seiner Arbeit 1887 so verständlich aus wie in diesem Satz oder wie in dem folgenden, der ebenfalls seiner jetzigen Streitschrift angehört: „Die intermediären Zellen können nach meiner Auffassung nur Theile des Ektoderms bilden“? Das versteht man, es ist ein erfreulicher Fortschritt gegen seine frühere unsichere Ausdrucksweise. Inzwischen hat freilich Ischikawa durch seine Versuche nachgewiesen, dass von einem aufgeschnittenen Polypen, dessen Entodermzellen durch Essigsäuredämpfe getödtet, dessen Ektoderm- sammt intermediären Zellen aber lebendig geblieben waren, eine Regeneration nicht mehr ausgehen kann.“ Damit ist also bewiesen, dass das Vorhandensein von Entodermzellen zur Wiederherstellung des Ganzen unentbehrlich ist, dass die intermediären Zellen zur Umwandlung in Entodermzellen nicht eingerichtet sind. A priori hätte das Niemand wissen können.

Es sei mir gestattet, hier noch meine eigene Ansicht über die Ursachen auszusprechen, welche es mit sich bringen, dass abgeschnittene Tentakel meist absterben und selten nur sich zum ganzen Thier ausbilden. Nicht das Fehlen dieser oder jener Zellenart scheint mir der Grund davon, sondern die geringe Masse des Tentakels. Ein abgeschnittenes Stück einer Hydra wird immer eine gewisse Minimalgrösse nicht überschreiten dürfen, wenn es sich wieder zum ganzen Thier umbauen soll. Man darf doch nicht vergessen, dass das Stück sich nicht ernähren kann, dass es somit nur die eigene, einmal gegebene Menge lebender Substanz für den Aufbau des ganzen Körpers zur Verfügung hat. Dieser Körper verlangt aber auch in seiner einfachsten und kleinsten Gestalt eine gewisse Anzahl von Zellen, die ihn zusammensetzen. Diese Zellen müssen aus den im abgeschnittenen Stück enthaltenen Zellen durch Theilung gebildet werden, können aber zu diesem Zweck nicht beliebig verkleinert werden, sondern werden ebenfalls ein bestimmtes Mass der Kleinheit nicht überschreiten dürfen. Wenn also das Theilstück zu gering an Masse ist, um durch Theilung der darin enthaltenen Zellen die zum Aufbau des Polypen unentbehrliche Minimalzahl von Zellen der grade noch zulässigen Minimalgrösse zu gestatten, so wird dieser Aufbau unmöglich. Darin scheint mir der Grund zu liegen,

warum die abgeschnittenen Tentakelspitzen Nussbaum's sich in keinem Falle zum ganzen Thier regenerirten, darin auch der Grund, weshalb dies öfters geschah, wenn der ganze Tentakel, vielleicht noch mit einem Stückchen des Mundrandes abgeschnitten wurde. Im ersten Falle genügte die Substanzmasse nicht zum Aufbau des ganzen Thieres, im zweiten war sie unter Umständen dazu genügend. Die Tentakel sind ja auch, wie die Polypen selbst, von recht verschiedener Grösse und Masse und die so bestimmten Angaben Rösel's, Engelmann's und W. Marshall's über die Umwandlung eines Tentakelstückes zum ganzen Thier erklären sich vielleicht einfach daraus, dass diese Forscher mit grossen Hydren und grossen Tentakeln arbeiteten. Wie gross die Masse lebendiger Substanz sein müsse, damit der Versuch gelinge, lässt sich a priori nicht sagen, wenn man es auch mit mir für ausgeschlossen halten wird, dass je aus einer Ektoderm-, einer Entoderm- und einer intermediären Zelle zusammengenommen ein ganzes Thier sich regeneriren könnte, einfach deshalb, weil damit eine viel zu geringe Menge von Substanz gegeben ist. Wohl bildet sich aus der einen Eizelle der ganze Organismus, aber wir sehen ja auch, wie sehr die Natur alle erdenklichen Mittel in Bewegung setzt, um diese Eizelle mit Nahrungsvorräthen auszustatten; nicht umsonst ist sie bei den meisten Thieren die grösste Zelle des ganzen Körpers.

Ich schliesse hiermit meine Vertheidigung Ischikawa's.

Freiburg i. Br., 11. Oktober 1890.