(From the R. Spreckels Physiological Laboratory of the University of California,
Berkeley, Cal.)

Ueber dynamische Umstände, welche bei der Bestimmung der morphologischen Polarität der Organismen mitwirken.

Erste Mittheilung.

Von

Jacques Loeb.

(Mit 7 Textfiguren.)

1. Im Jahre 1890 und 1891 habe ich zwei Broschüren über die „physiologische Morphologie der Thiere“ veröffentlicht, in welchen u. A. eine Reihe von Versuchen über die Natur der Umstände erwähnt war, welche die morphologische Polarität des Thierkörpers bestimmen. Unter morphologischer Polarität verstehe ich den Umstand, dass ein aus dem Organismus geschnittenes Stück an demjenigen Ende, welches im unversehrten Thier dem oralen Pol zugekehrt war, wieder einen oralen Pol bildet, während am entgegengesetzten Schnittende ein aboraler Pol gebildet wird. Schneidet man beispielsweise ein quadratisches Stück aus der Wand einer Actinie, deren Körper einem Hohlcyylinder vergleichbar ist, und ist eine der Seiten des Quadrates der Längsachse des Thieres parallel, so entstehen nur an derjenigen Seite des Quadrats neue Tentakel, welche gegen den früheren oralen Pol des Thieres gerichtet war. Was ist die Natur der Umstände, welche diese Art der Polarität bestimmen? Einzelne Autoren nehmen nach dem Vorgang von Vöchting an, dass die einzelnen Zellen polarisirt sind und deshalb am basalen Ende andere Organe hervorbringen als am oralen Ende. Meine Versuche sprachen gegen diese Ansicht, da es mir gelang, unter bestimmten Bedingungen auch am aboralen oder basalen Ende eines Bruchstücks orale oder apicale Organe hervorzubringen. Diese Erscheinung, welche ich als Heteromorphose bezeichnete,

widerspricht der Ansicht, dass die morphologische Polarität der Organismen durch eine entsprechende morphologische Polarität der einzelnen Zellen bedingt sei.

Du Hamel und Bonnet hatten im 18. Jahrhundert Vorstellungen über die Organbildung entwickelt, an welche Sachs in seinen Abhandlungen über „Stoff und Form der Pflanzenorgane“¹⁾ wieder anknüpfte. Nach du Hamel bestimmen Saftströmungen in der Pflanze den Umstand, dass an einem Ende eines aus dem Zweig geschnittenen Stückes eine Krone oder Spitze, am entgegengesetzten Ende dagegen eine Wurzel entsteht. Er stellt sich vor, dass besondere Säfte die Entstehung von Wurzeln veranlassen, und dass diese Säfte sich basalwärts im Stamme der Pflanze bewegen, während die Säfte, welche die Sprossbildungen veranlassen, sich apicalwärts bewegen. Sachs verallgemeinerte diese Vorstellung und nahm an, dass so viele spezifische Stoffe oder wenigstens stoffliche Verschiedenheiten — die möglicher Weise nur quantitativer Natur sind — in der Pflanze existiren, als verschiedene Organe in der Pflanze bestehen. Er zeigte, dass die Thatsachen der Regeneration sich dieser Ansicht fügen. Wenn ein Stück einer Weide beispielsweise aus einem Spross geschnitten wird, so bilden sich am basalen Ende des Bruchstückes Wurzeln, am apicalen Ende Sprosse. Sachs wirft die Frage auf, warum die Enden, welche ohne die Verletzung niemals neue Organe gebildet haben würden, nach dem Herausschneiden des Stückes plötzlich zu regeneriren beginnen. Seine Antwort lautet: weil die wurzelbildenden Stoffe, welche vor dem Abschneiden der Wurzel zugeflossen wären, sich nun am basalen Schnittende des Stammes ansammeln müssen und damit die Bedingungen für das Auswachsen der dort vorhandenen Wurzelanlagen bilden, während die sprossbildenden Stoffe, die sonst nach der Spitze des Sprosses geflossen wären, sich nun an dem apicalen Schnittende ansammeln und die Bedingungen für das Auswachsen eines Sprosses hier liefern. Diese Ansicht, dass Stoffströmungen und Ansammlungen von Stoffen die Ursache der Regeneration und Organbildung bilden, wurde durch Sachs an so vielen verschiedenen Beispielen erläutert, dass für mich kein Zweifel bestand, dass hier ein fruchtbarer wissenschaftlicher Gedanke vorlag. Auf die Regeneration von *Cerianthus*-Stücken angewendet würde der Gedanke lauten, dass in der Wand von *Cerianthus*

1) Sachs, Gesammelte Abhandlungen Bd. 2 S. 1159. Leipzig 1893.

eine Strömung von Stoffen stattfindet, in dem Sinne, dass Stoffe, welche die Tentatelbildung begünstigen, ausschliesslich oder in grösserer Menge gegen das orale Ende des Cerianthusstückes hinfliessen.

Um diese Ansicht zu prüfen, stellte ich Versuche an einem anderen Thiere an, bei dem eine Stoffwanderung, die anscheinend, wenn auch nicht sicher mit der Organbildung zusammenhing, sich unmittelbar beobachten liess, nämlich einem Hydroidpolypen, *Tubularia mesembryanthemum*. Ein solches Thier besteht aus einem langen, röhrenförmigen, unverzweigten Stamm *SS* (Fig. 1), einer meist verzweigten Haftwurzel *W* (aboraler Pol) und einem Polypen

Fig. 1.

Fig. 2.

oder Kopf *P* (oraler Pol). Die Aussenfläche des Stammes ist von einem harten (chitinösen?) Material, dem Periderm, umgeben, und die lebenden Zellen liegen innerhalb dieser Röhre. Ich fand nun, dass, wenn man ein Stück *ab* (Fig. 2) aus dem Körper des Thieres ausschneidet, am oralen Schnittende *a* stets ein neuer Polyp und nie eine Wurzel sich bildet, und zwar bei hinreichend hoher Temperatur in zwei bis drei Tagen. Am aboralen Schnittende *b* des Stückes dagegen bildet sich entweder eine Wurzel oder ein Polyp. Wenn sich ein Polyp am aboralen Ende bildet, so entsteht er viel langsamer, oft eine Woche später als der Polyp am oralen Ende. Wenn also Jemand ein Stück *ab* aus dem Stamme einer

Tubularia herauszuschneiden würde, so könnte man aus dem Verlauf der Regeneration im Allgemeinen mit Sicherheit entscheiden, ob *a* oder *b* das orale Schnittende sei. Denn am oralen Schnittende bildet sich der Polyp im Allgemeinen früher als am aboralen Pol, falls nicht am letzteren sich überhaupt kein Polyp, sondern eine Wurzel bildet oder — was auch vorkommt — überhaupt keine Regeneration eintritt. Ein aus dem Stamm der Tubularie geschnittenes Stück zeigt also eine entschiedene Polarität.

Ich fand nun, dass an demjenigen Ende, an dem ein neuer Polyp sich bildet, diese Organbildung schon vorher dadurch kenntlich ist, dass an diesem Ende sich rothe Pigmentkörnchen in relativ grosser Dichte ansammeln. Diese Pigmentkörnchen werden durch einen Flüssigkeitsstrom nach diesem Ende transportirt und bleiben offenbar in der Nähe der Schnittfläche liegen oder kleben. Der Flüssigkeitsstrom wird durch Cilienbewegung unterhalten. Ich sprach nun damals die Meinung aus, dass ein derartiger Transport von Stoffen durch den Flüssigkeitsstrom nach den Schnittenden eine der Bedingungen der Organbildung bei Tubularia sei, und dass die Polarität des Tubularienstammes, d. h. der Umstand, dass der Polyp sich am oralen Pol früher bildet, darauf beruht, dass „organbildende“ Stoffe (möglicher Weise die rothen Pigmentkörnchen) früher in genügender Menge an dem oralen als an dem aboralen Ende sich ansammeln. Diese Annahme stützte sich auf eine Reihe von Ver-

Fig. 3.

suchen, von denen ich zwei hier anführen will. Wenn man ein Stück *ab* (Fig. 3) aus dem Stamm einer Tubularie schneidet und dieses Stück durch einen Schnitt zwischen *c* und *d* halbt, so bilden sich an den Enden *a* und *d* niemals Wurzeln, sondern stets Polypen, und zwar tritt die Polypenbildung bei *a* und *d* meist gleich rasch ein. An den aboralen Enden, *c* sowohl wie *b*, bilden sich dagegen Wurzeln, oder wenn sich Polypen bilden, so tritt deren Bildung später ein als an den Enden *a* und *d*. Man erhält dasselbe Resultat, wenn man den Stamm einer Tubularie in 4 oder 8 statt in 2 Stücke theilt.

Den zweiten Versuch, den ich hier erwähnen will, citire ich besser wörtlich: „Sind die Tubulariastämme, welche dem Versuch unterworfen werden, sehr turgescent und mit viel Pigment versehen,

so kann die Frist, die zwischen der Bildung des oralen und aboralen Polypen verstreicht, relativ gering sein und nur wenige Tage betragen. Allein, man trifft sehr häufig Colonien blass aussehender Tubularien, die zwar am oralen Pol den Polypen in normaler Frist bilden, bei denen aber der aborale Pol erst eine oder mehrere Wochen später entsteht. Mit solchen Thieren stellte ich folgenden Versuch an. Ich steckte acht Thiere (I) einer Colonie vertical, aber verkehrt, d. h. mit dem oralen Ende, in den Sand, um an diesem Ende die Polypenbildung zu unterdrücken. Gleichzeitig befestigte ich sieben andere Thiere (II) derselben Colonie ebenfalls vertical und verkehrt — aber so, dass beide Enden von Seewasser frei umspült waren. Diese Thiere mussten an beiden Schnittenden Polypen bilden. Die Thiere befanden sich in demselben Aquarium und hatten also auch die gleiche Temperatur. Zuerst und zwar nach drei Tagen entstanden einige neue Polypen an den oralen Polen der an beiden Enden von Wasser umspülten Tubularien (II) und am nächsten Tage hatten alle oralen Schnittenden dieser Gruppe (II) Polypen gebildet. An demselben Tage war aber auch bei fünf Thieren der anderen Gruppe I am aboralen Ende der Polyp gebildet, und am nächsten Tage war bei allen Thieren dieser Gruppe die Regeneration vollendet. In der Abtheilung II dagegen, wo die Thiere am oralen Pol Polypen gebildet hatten, trat erst fünf Tage später die erste Regeneration an den aboralen Schnittenden ein, und erst nach weiteren sechs Tagen war hier die Polypenbildung vollendet. Die Polypenbildung am aboralen Pol war also um elf Tage früher bei den Thieren der Gruppe I vollendet, bei denen die Polypenbildung am oralen Pol unterdrückt war, als bei den anderen Thieren der Gruppe II, bei denen die Polypenbildung am oralen Pole stattfand.

Durch Hemmung der Polypenbildung am oralen Ende kann man also die Polypenbildung am aboralen Pole beschleunigen¹⁾. Diese Versuche wurden von Driesch wiederholt und bestätigt²⁾.

2. Wenn dieser Erscheinung der Polarität ein Strömungsvorgang zu Grunde liegt, vermöge dessen die polypenbildenden Stoffe von dem aboralen Schnittende weggeführt werden oder sich an

1) Loeb, Untersuchungen zur physiologischen Morphologie der Thiere Bd. 2. 1891.

2) Driesch, Archiv für Entwicklungsmechanik Bd. 5. 1897 und Bd. 9 S. 130. 1900.

diesem Ende nicht so rasch sammeln oder bilden können, so sollte man diese Polarität dadurch beseitigen können, dass man die Strömung verhindert. Das geschieht in einfachster Weise dadurch, dass man eine Ligatur in der Mitte des Stammes um denselben legt. Ich habe solche Versuche während des letzten Sommers in grosser Zahl bei *Tubularia chrocea* angestellt und habe gefunden, dass diese Erwartung sich in der That bestätigt.

Schneidet man nun ein Stück *a b* (Fig. 2) aus dem Stamm einer Tubularie und unterbindet dasselbe in der Mitte bei *c* mittelst eines Fadens, so wird die Bildung des aboralen Poles beschleunigt, und der aborale Pol bei *b* bildet sich meist fast ebenso rasch wie der orale Pol *a*. Ferner bemerkt man, dass in allen Fällen am aboralen Ende *b* zunächst ein Polyp und nie eine Wurzel entsteht.

28 lange Stämme einer Tubulariencolonie wurden ausgewählt und deren Polyp und Wurzel abgeschnitten. Alle Stücke waren ungefähr gleich lang. 14 dieser Stücke wurden in der Mitte mit einem feinen Seidenfaden unterbunden; die übrigen 14 dienten zur Controle. Alle oralen Schnittenden wurden nach der gleichen Himmelsrichtung orientirt und die Gefässe mit den Stücken erschütterungssicher aufgestellt, so dass kein Zweifel entstehen konnte, welches bei jedem einzelnen Stamm das orale und welches das aborale Ende war. Am zweiten Tage bildeten alle ligirten Stämme orale Polypen und 13 (d. h. alle bis auf einen) aborale Polypen. Die nicht ligirten Controlstämme bildeten 13 orale Polypen und keinen Polypen am aboralen Ende! Am folgenden Tage hatten alle 14 ligirten Stämme Polypen am aboralen Ende, während 7 der Controlstämme einen Polypen und 2 Stämme eine Wurzel am aboralen Ende bildeten. Der Versuch kann als typisch gelten: Bei den ligirten Stämmen trat stets am aboralen Ende nur eine Polypenbildung ein und niemals eine unmittelbare Wurzelbildung, und die aboralen Polypen bildeten sich ungefähr ebenso schnell wie die oralen Polypen. Die nicht ligirten Stämme bildeten dagegen in ungefähr 10 bis 20 % der Fälle am aboralen Schnittende direct Wurzeln, und die Polypenbildung am aboralen Ende erfolgte ausnahmslos später als am oralen Ende oder trat überhaupt nicht ein. Ich versuchte dann zu ermitteln, ob es einen wesentlichen Unterschied macht, wo die Ligatur im Stamme liegt, in der Mitte, nahe dem oralen Schnittende oder nahe dem aboralen Schnittende. Als Resultat kann ich erwähnen, dass

es ziemlich gleichgültig ist, welche Stelle des Stammes unterbunden wird, solange das aborale hinter der Ligatur gelegene Stück nicht zu klein wird. In dem Fall kann die Ligatur den Vorgang der Regeneration an diesem Ende hemmen. Berücksichtigen wir das bei unseren Versuchen, so dürfen wir sagen, dass eine Unterbindung eines aus dem Stamm von *Tubularia* geschnittenen Stückes zur Folge hat, dass die Polarität bei der Regeneration aufgehoben wird. Das bleibt auch richtig, wenn man den Stamm in vier oder acht Theilstücke schneidet und dann jedes Theilstück in der Mitte oder nahe dem oralen Schnittende unterbindet, wie folgende Beispiele zeigen.

Die ursprünglichen Tubularienstämme, welche für diese Versuche benutzt wurden, waren ca. 8 cm lang oder noch länger. 24 kräftige Stämme derselben Colonie wurden ausgewählt und jeder Stamm in vier Stücke von ungefähr gleicher Grösse geschnitten. Die 48 Theilstücke, welche von der einen Hälfte der Stämme herrührten, wurden alle nahe dem vorderen Schnittende durch einen dünnen Faden unterbunden; die 48 Theilstücke der anderen 12 Stämme dienten als Controlmaterial.

Nach 48 Stunden hatten von den 48 Theilstücken, welche vorn ligirt waren, bereits 36 einen Polypen am aboralen Schnittende gebildet, während nur 6 der 48 Controlstücke einen aboralen Polypen gebildet hatten. Am nächsten Tage hatten 47 der Stücke mit Ligatur einen aboralen Polypen gebildet, während von den Controlstücken nur 11 einen aboralen Polypen gebildet hatten. Am folgenden Tage war das Verhältniss noch dasselbe. Die oralen Polypen hatten sich der Mehrzahl nach wie gewöhnlich am zweiten Tage gebildet. Der Versuch zeigt schlagend, dass die Ligatur des Stammes die Bildung der aboralen Polypen beschleunigt und fast auf die gleiche Ordnung der Geschwindigkeit wie die der oralen Polypen bringt.

In einem anderen Versuche wurden 24 Stämme in je 8 Theilstücke geschnitten und die 96 Theilstücke der ersten 12 Stämme vorn ligirt, während die übrigen 96 Theilstücke als Controle dienten. Nach drei Tagen hatten unter den mit Ligatur versehenen 96 Theilstücken 75 einen aboralen Polypen gebildet, während unter den vorn nicht ligirten Stücken nur 13 einen aboralen Polypen bildeten. Die Mehrzahl hatte dagegen einen oralen Polypen gebildet. Die Wurzelbildung war bei diesen kurzen Stücken seltener als bei den grossen Stücken.

Ich erwähnte vorhin, dass 10—20 % der längeren Stammstücke

am aboralen Schnittende eine Wurzel bildeten, dass aber die mit Ligatur versehenen Stämme in vielen hundert Fällen so gut wie ausnahmslos einen Polypen an dem aboralen Ende bildeten. Nach einigen Wochen jedoch fand ich gelegentlich, dass sich nachträglich bei einigen dieser ligirten Stämme doch eine Wurzel bildete, und zwar entstand diese Wurzel gewöhnlich an derselben Stelle, wo der Polyp herausgewachsen war. Fig. 4 gibt eine schematische Darstellung dieses Verhaltens. *ab* war das aus dem Polypen geschnittene Stammstück; bei *c* wurde der Stamm unterbunden. Am aboralen Ende *b* bildete sich ein Polyp *e*, und durch Wachstum entstand das neue Stammstück *be*. Nach einigen Wochen wuchs von *b* aus die neue Wurzel *bf*.

Diese Beobachtung wurde aber nur selten gemacht. Wenn man diese Erscheinung auf Grund analoger Vorgänge bei Antennularia und bei Pflanzen beurtheilen darf, so handelte es sich hier vielleicht um eine Wurzelbildung, die durch den neuen Spross *be* veranlasst war.

3. Die bisher geschilderten Versuche hatten gezeigt, dass eine Ligatur in einem Stammstück den Unterschied zwischen oralem und aboralem Pol bei Tubularia aufhebt. Es fragt sich, ob man einen Schritt weitergehen und die Polarität geradezu umkehren kann, d. h. ob man das aborale Schnittende zwingen kann, früher einen Polypen zu bilden als das orale. Das ist in der That möglich, wenn auch diese Erscheinungen nicht mit demselben Grad der Sicherheit eintreten wie die eben geschilderten Unterbindungsversuche.

Es sei *ab* (Fig. 5) ein Stück aus dem Stamme einer Tubularie, *a* das orale, *b* das aborale Schnittende. Bei *c* wurde das Stammstück sofort nach dem Herausschneiden unterbunden. Man wartet, bis bei *a* und *b* sich die neuen Polypen gebildet haben, was ungefähr gleichzeitig geschieht, meist nach zwei Tagen. Am folgenden Tage wird ein Stück *ef* aus dem aboralen Stück *cb* herausgeschnitten. Wird sich ein neuer Polyp zuerst bei *e* bilden, wie zu erwarten wäre, wenn die alte Polarität weiter bestände, oder werden sich Polypen bei *e* und *f* gleichzeitig bilden, wie zu erwarten wäre, wenn die Ligaturwirkung weiter bestände, oder wird sich wenigstens in einem

Fig. 4.

Theil der Fälle der Polyp früher bei *f* bilden? Das Letztere ist thatsächlich unter gewissen Bedingungen der Fall, wie die folgenden Beispiele zeigen. 13 lange Stämme von *Tubularia* wurden in der Mitte durchgeschnitten und die aboralen Hälften nahe dem vorderen Ende bei *c* mit einem Seidenfaden unterbunden. Nur die letzteren Stücke interessiren uns hier. 3 Tage nach der Operation hatten sich überall die aboralen Polypen bei *b* gebildet, und nun wurde ein Stück *ef*

Fig. 5.

aus dem Stamm des Stückes herausgeschnitten. Zwei Tage später hatten 10 Stämme einen aboralen Polypen bei *f* gebildet und nur 5 Stämme einen oralen Polypen bei *e*. Hier bestand also eine Umkehr der normalen Polarität. Vier Versuchsreihen wurden mit ähnlichem Erfolge durchgeführt. Bei der Wiederholung sind aber einige Punkte zu beachten. In diesen Versuchen wurde ein Stück *ef* aus dem alten Stamm geschnitten. Schneidet man ein Stück so heraus, dass ein Schnittende *e* im alten Stamm liegt, während *f* in dem neu zugewachsenen Stück liegt, so findet man, dass das Resultat sich oft umkehrt. Das findet — glaube ich — besonders dann statt,

wenn das neu regenerierte Stück pigmentarm und die Circulation in demselben nicht besonders kräftig ist. Auch wenn *e* zu nahe der Ligatur *c* liegt, kann man abweichende Resultate erhalten, wie ich vermuthe, desshalb, weil dicht an der Ligaturstelle nekrotisches Material sich findet.

Fassen wir alle diese Beobachtungen zusammen, so gewinnt man den Eindruck, als ob die Ursache der normalen Polarität, welche bei der Regeneration eines aus dem Stamme einer *Tubularia* geschnittenen Stückes auftritt, darin begründet liegt, dass die Circulation besondere Stoffe rascher und in grösserer Concentration dem oralen Ende zuführt als dem aboralen.

4. Der Tubulariastamm ist ein langer, hohler Cylinder, dessen Hohlraum durch eine ebene Membran *m* (Fig. 6) in zwei getrennte Hälften getheilt wird. Diese Membran besitzt an jedem Ende des Stammes ein Loch, durch welches die beiden Hälften communiciren. Schneidet man ein Stück aus dem Stamm, so schliesst sich die Oeffnung an den Enden *a* und *b* in ungefähr einer Stunde (bei geeigneter Temperatur), und die Membran wird an den beiden Enden *a* und *b* durchbrochen. Durch Flimmerbewegung wird nun in dem Stück eine Circulation unterhalten, die auf der einen Seite gegen *a*, auf der

anderen gegen *b* gerichtet ist. In dem circulirenden Saft finden sich die Pigmentkörnchen, rothe und gelbe, welche sich an den Enden ansammeln, vielleicht dort kleben bleiben. Ist *a* das orale Ende, so sammeln sie sich in grösserer Dichte bei *a* an, und hier bildet sich dann auch der erste Polyp, während am anderen Ende sich der Polyp später bildet oder eine Wurzel entsteht.

Unterbindet man nun ein solches Stück *a b* (Fig. 7) in der Mitte bei *c*, so bilden sich bei *d* und *e* neue Löcher in der Scheidewand *m*, und jedes Stück hat seine gesonderte Circulation.

Man findet nun allgemein, dass nur solche Stücke einen neuen Polypen bilden, welche eine Circulation besitzen. Man findet ferner,

Fig. 6.

dass die Ansammlung von Pigmentkörnchen an einem Schnittende der Polypenbildung vorausgeht. Dieser Zusammenhang kann besser deutlich gemacht werden, wenn man die Stämme der Länge nach spaltet. Man sieht dann, dass die Regeneration eines neuen Polypen von solchen Punkten ausgeht, in welchen sich die Pigmentkörnchen sammeln. Man findet ferner, dass pigmentarme Stämme den Polypen langsamer bilden als pigmentreiche Stämme. Die Pigmentkörnchen, werden mit der Circulation nach den

Enden befördert, wo sie sich ansammeln. Wirbelbewegungen und Klebrigkeit dürften sie dort festhalten. Sie sammeln sich in Stämmen, die nicht längsweise gespalten sind, in grösseren Mengen nur an den freien Schnittenden, nicht im Innern des Stamms. Auch bei der Unterbindung findet an der Unterbindungsstelle keine Ansammlung der Pigmentkörnchen statt, sondern nur an den freien Enden, also nur da, wo der Polyp sich bildet, und zwar meist an dem Ende in grösserer Dichte, wo der Polyp zuerst sich bildet. (Vielleicht ist die Sauerstoffzufuhr eine der Bedingungen, die direct oder indirect mit dem Kleben oder Ansammeln der Pigmentkörnchen an den Schnittenden zusammenhängen.) Alle diese Thatsachen zusammen sprechen zu Gunsten der Ansicht, dass diese Körnchen oder ein Stoff, der sich in Bezug auf Ansammlung ebenso verhält wie die Pigmentkörnchen, der Regeneration zu Grunde liegen.

Die rothen Pigmentkörnchen findet man nach der Vollendung der Regeneration im Polypen, und sie werden etwas später zum

Fig. 7.

Theil vom Polypen ausgeworfen. Sie gehen also im Process der Polypenbildung zu Grunde. Es ist möglich, dass diese Pigmentkörnchen Athempigmente sind; es ist aber auch möglich, dass sie dem neuen Polypen andere Stoffe als Sauerstoff zuführen. Sie werden im Process der Polypenbildung aufgebraucht, und die Reste derselben werden vom Polypen nach der Regeneration ausgeworfen. Der Umstand, dass sie bei dem Process der Regeneration zu Grunde gehen, spricht nicht gegen ihre Bedeutung für die Polypenbildung, wie das von morphologischer Seite behauptet worden ist, da ja auch die rothen Blutkörperchen regelmässig in der Leber zu Grunde gehen.

Zusammenfassung der Ergebnisse.

Frühere Versuche hatten ergeben, dass die bei der Regeneration von *Tubularia* beobachtete Polarität nicht auf eine morphologische Polarität der einzelnen Zellen zurückzuführen ist, sondern auf einen Vorgang, welcher mit einem Strömungsvorgang in der Richtung vom aboralen zum oralen Pol in Bezug auf seine Mannigfaltigkeit vergleichbar ist. Das führte zu der Vermuthung, dass eine um die Mitte des Stammes gelegte Ligatur die Polarität beseitigen müsse. Diese Vermuthung wurde experimentell geprüft und bestätigt gefunden. Weitere Versuche über denselben Gegenstand sind an anderen Organismen im Gange.