Studien über das Regulationsvermögen der Organismen.

5. Ergänzende Beobachtungen an Tubularia.

Von

Hans Driesch.

Mit 6 Figuren im Text.

Eingegangen am 29. September 1900.

Inhaltsübersicht.

	Seite
A. Untersuchungen über die Zahl der reparirten Tentakeln.	186
a. Successive orale Reparationen	186
b. Verschieden lokalisirte orale Operationen	189
c. Reparationen an verschieden langen Stammstücken	190
d. Allgemeines	192
B. Notizen über die Wundheilung bei Tubularia	194
C. Die Entwicklung kleiner perisarkloser Stücke der Tubularia	197
D. Über die von längsgespaltenen Stammstücken gebildete Tentakelzahl. .	199
a. Thatsächliches	199
b. Theoretisches	202
Litteraturverzeichnis	206

In dieser Studie sollen die Resultate verschiedener Untersuchungsreihen an Tubularia zur Darstellung kommen, welche geeignet sind, früher Erörtertes zu vervollständigen und zu vertiefen. Die verschiedenen Reihen stehen unter sich nur in losem Zusammenhang, sie gewinnen eine festere Gemeinsamkeit erst dadurch, dass sie alle Beiträge sind zu der Aufgabe, den Komplex äußerer und innerer Umstände, von dem die Reparation der Tubularia abhängt, zu analysiren.

Es wird jedes Mal an seinem Orte gesagt werden, mit welchen früheren Resultaten das neu Ermittelte etwa in Beziehung steht, in welcher Richtung es Aufschluss zu geben geeignet ist. Auch kurze

theoretische Erörterungen werden an ihrem Orte Platz finden; längere abstrakte Entwicklungen sind nicht beabsichtigt.

Als Versuchsobjekt diente, falls nicht ausdrücklich etwas Anderes bemerkt ist, *Tubularia mesembryanthemum* von Neapel. Es sei bei dieser Gelegenheit nachgeholt zu erwähnen, dass diese Form auch meinen sämtlichen früheren *Tubularia*-Untersuchungen zu Grunde lag.

A. Untersuchungen über die Zahl der reparirten Tentakeln.

a. Successive orale Reparationen.

Es ward früher (2, pag. 116) festgestellt, dass das von der Reparationsanlage eingenommene Areal mit successiven Reparationen kleiner wird. An der mit der Entnahme der ersten Anlage nothwendig verbundenen Stammverkleinerung kann dieses Faktum nicht gelegen sein, denn sie liegt innerhalb solcher Grenzen, wie sie notorisch (2, pag. 117) auf die Länge des Anlageareals ohne Einfluss sind. Ich sprach die Vermuthung aus, dass vielmehr das geringere Quantum eines gewissen formativen rothen Stoffes, von dem eben zu der ersten Reparation eine erhebliche Menge aufgebraucht sei, für die geringere Länge des zweiten Reparationsareals als verantwortlich angesehen werden müsse.

Es lag nahe zu prüfen, ob neben der Verkleinerung des Reparationsareals auch eine Abnahme der Zahl der Tentakeln in successive nach einander erfolgenden Reparationen zu konstatiren sein möchte.

Die folgende Tabelle giebt zunächst ohne jede Diskussion die Untersuchungsergebnisse: Die großen Zahlen bedeuten die Anzahl der Tentakeln, beigeschrieben sind den Angaben der ersten Kolumne, welche die ursprüngliche Tentakelzahl der Versuchsindividuen anzeigt, die Stammlängen in mm, allen Angaben sind ferner die Daten, an denen die betreffende Reparation vollendet war, beigegefügt.

Was an dieser Tabelle zuerst in die Augen fällt, ist der große Unterschied zwischen der ursprünglichen Tentakelzahl und derjenigen des erstgebildeten Reparationshydranten: eine zahlenmäßig fixirte Regel lässt sich hier zwar nicht formuliren, aber der starke Unterschied ist vorhanden in jedem Falle.

Um zu entscheiden, ob diese eine starke Zahlendifferenz, gegen die alle im weiteren Verlaufe der Reparationen beobachteten sehr zurücktreten, etwa weniger darin ihren Grund habe, dass die erste Reparation an und für sich eine Neubildung, als vielmehr darin, dass sie eine Neubildung nach künstlich (operativ) gesetztem Defekt sei,

Tabelle I.

Nr.	Ursprüngliche Tentakelzahl und Stamm- länge	Tentakelzahl					
		nach der I. Reparation	nach der II. Reparation	nach der III. Reparation	nach der IV. Reparation	nach der V. Reparation	nach der VI. Reparation
1	25 30 mm (10. X. 99)	16 (11. X.)	14 (13. X.)	12 (15. X.)	13 (17. X.)	13 (19. X.)	12 (22. X.)
2	23 30 mm (10. X.)	15 (11. X.)	14 (13. X.)	12 (14. X.)	11 (16. X.)	12 (20. X.)	12 (23. X.)
3	19 30 mm (10. X.)	13 (11. X.)	13 (15. X.)	13 (17. X.)	14 (19. X.)	13 (23. X.)	14 (25. X.)
4	24 18 mm (10. X.)	14 (11. X.)	13 (13. X.)	12 (15. X.)	11 (17. X.)	11 (20. X.)	11 (24. X.)
5	36 30 mm (10. X.)	13 (11. X.)	11 (14. X.)	10 (16. X.)	10 (21. X.)	11 (23. X.)	10 (26. X.)
6	32 35 mm (10. X.)	16 (11. X.)	14 (13. X.)	14 (15. X.)	14 (16. X.)	14 (20. X.)	14 (23. X.)
7	26 16 mm (14. X.)	16 (15. X.)	13 (17. X.)	12 (20. X.)	14 (25. X.)	13 (28. X.)	—
8	20 15 mm (16. X.)	14 (18. X.)	11 (20. X.)	11 (23. X.)	10 (26. X.)	10 (30. X.)	—
9	20 14 mm (17. X.)	13 (18. X.)	12 (20. X.)	9 (23. X.)	9 (25. X.)	8 (28. X.)	—
10	22 18 mm (17. X.)	14 (18. X.)	12 (20. X.)	11 (23. X.)	10 (27. X.)	10 (4. XI.)	—
11	23 22 mm (20. X.)	14 (22. X.)	12 (24. X.)	14 (26. X.)	13 (29. X.)	12 (2. XI.)	—
12	24 15 mm (22. X.)	16 (23. X.)	17 (25. X.)	16 (27. X.)	14 (30. X.)	16 (3. XI.)	—
13	23 13 mm (22. X.)	15 (23. X.)	15 (25. X.)	14 (26. X.)	12 (28. X.)	11 (31. X.)	—
14	22 15 mm (22. X.)	12 (24. X.)	15 (28. X.)	13 (1. XI.)	12 (6. XI.)	11 (8. XI.)	—
15	22 15 mm (22. X.)	15 (24. X.)	19 (26. X.)	16 (29. X.)	14 (3. XI.)	13 (7. XI.)	—
16	21 15 mm (22. X.)	13 (23. X.)	14 (25. X.)	12 (27. X.)	11 (31. X.)	10 (4. XI.)	—
17	22 18 mm (22. X.)	13 (24. X.)	12 (25. X.)	14 (28. X.)	11 (30. X.)	13 (1. XI.)	—
18	22 18 mm (22. X.)	16 (24. X.)	15 (26. X.)	14 (30. X.)	11 (4. XI.)	11 (8. XI.)	—
19	24 20 mm (22. X.)	14 (23. X.)	14 (25. X.)	14 (28. X.)	14 (1. XI.)	13 (6. XI.)	—
20	29 15 mm (28. X.)	18 (30. X.)	14 (2. XI.)	12 (7. XI.)	12 (13. XI.)	11 (16. XI.)	—
21	24 23 mm (28. X.)	14 (30. X.)	14 (1. XI.)	13 (3. XI.)	12 (6. XI.)	12 (8. XI.)	—
22	24 20 mm (28. X.)	13 (30. X.)	14 (1. XI.)	13 (4. XI.)	13 (8. XI.)	11 (11. XI.)	—
23	24 20 mm (28. X.)	15 (30. X.)	14 (1. XI.)	12 (4. XI.)	11 (11. XI.)	11 (13. XI.)	—
Mittel:		14,43	13,73	12,73	12,00	11,73	

ließ ich eine Anzahl Tubularien ihre Köpfchen im Versuchsaquarium von selbst abwerfen und zählte die Tentakeln an den bald neu gebildeten.

Tabelle II.

Ursprüngliche Tentakelzahl	21	20	19	23	22	26	23
Zahl der Tentakeln am neuen, nach natürlichem Abwerfen des alten, gebildeten Kopf	13	11	14	13	11	16	14

Das Resultat ist dem oben geschilderten ganz entsprechend: daran, dass der neue Kopf ein reparierter, nicht ein »physiologisch« neu entstandener ist, kann also die starke Reduktion der Tentakelanzahl nicht liegen. Nun werfen aber, wie schon DALYELL wusste, Tubularien auch im freien Meer ihre Köpfe periodisch ab, so dass man mit hoher Wahrscheinlichkeit alle Hydranten, die Einem überhaupt in die Hände kommen, als neu entstandene ansehen kann.

Woran liegt aber dann dieser gewaltige Zahlensprung zwischen der Originalbildung, die in Wahrheit gar keine ist, und der ersten Reparativbildung?

Ich denke, wir werden den bestimmenden Faktor für den großen Unterschied bezüglich der Tentakelanzahl zwischen Original- und Reparativpolypen wohl in einem ebenso großen Unterschiede bezüglich der Umstände, welche beider Bildung vorhergingen, zu suchen haben: hier kann es aber nur die Ernährung sein, welche in Betracht zu ziehen ist.

Zwar sind, wie erwähnt wurde, wohl alle Hydranten der Tubularia, die dem Experimentator in die Hände kommen, Reparativbildungen; aber in der freien Natur tritt als periodischer, physiologischer Vorgang die Hydrantenerneuerung ein, nachdem der alte Hydrant lange Zeit hindurch in normaler Weise sich und den Stock ernährt hat; ja, wir werden wohl nicht fehl gehen in der Annahme, dass eben ein durch die Ernährung gesetzter Zustand des Stockes — etwa in bestimmter Anhäufung von Reservestoffen bestehend — den Abwurf des alten Hydranten und die Reparation des neuen bedinge: so periodisch reparierte Hydranten weisen dann die volle Tentakelzahl auf.

Bei der einer Operation folgenden Hydrantenersetzung hat naturgemäß das volle normale Ernährungsmaß nicht vorher stattgefunden, und ebenso wenig konnte das der Fall sein, wenn ein Individuum im kleinen Glasgefäße seinen Hydranten abwarf und sich einen neuen bildete; Mangel an Ernährung war hier wohl gerade

der Grund für das frühzeitige Abwerfen des Hydranten. In ihm auch wird es begründet sein, dass das operirte und das durch schlechte Bedingungen zum vorzeitigen Hydrantenabwurf bestimmte Individuum zwar repariren können, aber nicht einen Polypen, der die volle Zahl der Tentakeln aufweist.

Naturgemäß ist mit Vorstehendem ein recht allgemeiner und dazu ein ziemlich weit zurückliegender Faktor für die Differenz zwischen Original- und Reparativpolypen hinsichtlich der Zahl ihrer Tentakeln verantwortlich gemacht worden: wir werden zwischen ihn und sein endliches sich in eben dieser Differenz äusserndes Resultat noch eine Reihe von Gliedern einschieben können. Solches soll aber erst später geschehen, und wir wollen hier nur erwähnen; dass dabei der früher (1, pag. 397 und 2, pag. 126) oft von uns erwähnte formative, »rothe Stoff« der Tubularia wieder eine Rolle spielen wird.

Die Tentakelzahldifferenzen, welche die Hydranten der successiven Reparationen im Vergleich zu einander zeigen, sind bei Weitem nicht so groß wie die Differenz zwischen Original- und ersten Reparativhydranten, aber sie sind gleichwohl, und zwar im Sinne eines allgemeinen Sinkens der Zahl der Tentakeln mit Zunahme der Reparationen, vorhanden.

Ein Blick auf die Tabelle I lehrt das ohne Weiteres, direkt bewiesen wird es durch die ausgerechneten Mittelzahlen; dass mitunter innerhalb der Geschichte eines Individuums (bei Nr. 1, 2, 3, 5, 7, 11, 12, 14, 16, 17, 22) einzelne Sprünge in umgekehrtem Sinne vorkommen, kann das allgemeine Resultat nicht stören. Am besten kommt dieses, wie gesagt, bei Betrachtung der Mittel, sowie bei Vergleich der Daten für die erste und fünfte Reparation zum Ausdruck.

RAND hat bei Hydra festgestellt, dass die Durchschnittszahl reparirter Tentakeln (Mittel 6,1) kleiner als die Durchschnittszahl der ursprünglichen (Mittel 6,9) ist. Successive Reparationsversuche stellte er nicht an. Im Allgemeinen deckt sich also sein Ergebnis mit dem meinigen, und mehr wird man bei der wesentlich verschiedenen Art des Regulationsgeschehens bei den von RAND und von mir studirten Formen nicht erwarten dürfen; es kommt also bei Hydra die so sehr erhebliche Differenz zwischen Original- und Reparationstentakelzahl nicht zur Beobachtung.

b. Verschieden lokalisirte orale Reparationen.

Es ward, wie auch seiner Zeit (2, pag. 113) für die Länge der Reparationsareale, so jetzt für die Zahlen der Tentakeln am reparirten

Hydranten eine Differenz ermittelt, je nachdem der Reparationsort vom ursprünglichen Oralende des Individuums näher oder entfernter gelegen war. Es handelt sich also um die seiner Zeit mit o

und o' bezeichneten Bildungen (Fig. 1). Die Tabelle III giebt näheren Aufschluss. Dass sowohl o wie o' viel weniger Tentakeln aufwiesen, als das Originalindividuum, an dem sie sich bilden, bedarf nach Theil a keiner Erwähnung mehr; auch

dass o' sich im Durchschnitt etwas später bildet als o , ist von früher (2, pag. 130) bekannt.

Tabelle III.

Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
o	14	16	12	14	13	13	13	12	16	13	10	13	12	12	17	13	12	14	15	10
o'	12	14	12	12	13	12	12	15	11	10	10	13	11	10	9	11	10	11	13	13
a'	—	—	11	12	11	10	11	—	—	—	—	—	8	10	12	—	—	—	12	10

Man sieht ohne Weiteres, dass die o' -Polypen im Allgemeinen weniger Tentakeln besitzen als die o -Polypen; im Mittel weisen die o' 11,7, die o 13,2 Tentakeln auf. Ganz ohne Ausnahme geht es aber auch hier nicht ab: bei Nr. 8 und 20 liegen die Verhältnisse umgekehrt; gleichwohl waren, wie das Protokoll besagt, in Übereinstimmung mit früher Gefundenem die o' -Polypen von 8 und 20 viel kleiner als die o -Polypen.

Anhangsweise sind der Tabelle einige Beobachtungen über die a' -Polypen, also über die aboralen Polypen am oralen Theil des ursprünglichen Individuums, beigefügt: sie weisen im Allgemeinen noch weniger Tentakeln auf, als die o' -Polypen (wie denn ja auch [2, pag. 114] ihr Reparationsareal sich als kleiner erwies als das jener), aber eine Ausnahme giebt es auch hier, bei Nr. 15. Es ist bemerkenswerth, dass gerade bei 15 die Differenz zwischen den o - und o' -Bildungen so sehr groß war.

c. Reparationen an verschieden langen Stammstücken.

Wie früher (2, pag. 119) bezüglich der Areallänge, so wurde jetzt bezüglich der Tentakelzahlen der Reparativbildungen versucht, einen Einfluss der Stammlänge des reparirenden Objectes festzu-

stellen. Da (nach Theil b) nicht die am weitesten aboral im ursprünglichen Individuum gelegenen Abschnitte als kleinste Stücke gewählt werden durften — denn sie hätten schon wegen ihrer Lage zur Bildung einer geringeren Zahl von Tentakeln geneigt —, so ward, wie auch früher, so vorgegangen, dass von den ursprünglichen Individuen der am weitesten oral gelegene Abschnitt, in Länge von etwa 1 cm, nicht benutzt, und ihre übrige Masse oral-aboralwärts in Glieder von 1, 2, 4, 8 mm Länge zerlegt wurde. Meist wurden, da solches für den Zweck genügte, nur Theile von 2 und 8 mm beobachtet und nur über solche soll hier etwas mitgetheilt werden.

Tabelle IV.

Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
8 mm lang	16	11	12	11	14	11	14	10	11	12	14	13	10	12	12	12	12	13
2 mm lang	14	14	9	9	11	7	12	12	14	12	13	11	12	9	10	10	14	9

Nr.	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
8 mm lang	12	13	11	11	15	14	13	13	12	14	13	11	13	12
2 mm lang	13	12	10	9	10	12	7	15	11	12	10	10	11	10

Im Mittel weisen die Reparationsbildungen der 8 mm langen Stücke 12,40, diejenigen der 2 mm langen 11,06 Tentakeln auf.

Ausnahmen giebt es auch hier wieder (Nr. 2, 8, 9, 13, 17, 19, 26); sie stören nicht das allgemeine Resultat. Es mag hier bezüglich solcher Ausnahmen wohl die Annahme erlaubt sein, dass bei ihnen eben der in Theil b festgestellte Einfluss der Lage des Reparationsfeldes im ursprünglichen Individuum den Einfluss der absoluten Stammlänge überwog.

Auch für Hydra ist, durch RAND, eine Abnahme der Zahl der neu gebildeten Tentakeln mit abnehmender Größe des Objekts experimentell beobachtet worden¹⁾; im Gegensatz zu den Ergebnissen unseres Theils b ist es aber hier die bezüglich des ursprünglichen Individuums mehr aboral gelegene Objekthälfte, welche dazu neigt, eine relativ größere

¹⁾ Neuerdings auch von PARKE (Arch. Entw.-Mech. X. pag. 692) durch Vergleichung vieler Individuen. P. fand auch eine Zunahme der Tentakelzahl mit dem Alter; bei Tubularia kommt eine solche, so weit meine Erfahrungen reichen, nicht vor; die periodisch eintretende Erneuerung des Hydranten macht sie hier wohl überflüssig.

Tentakelzahl zu bilden. Ein tieferes Eindringen in die Reparationsbedingung der Hydra wird wohl einst diesen Gegensatz verstehen lehren.

d. Allgemeines.

Wenn wir versuchen wollen, die mitgetheilten Thatsachen unter allgemeine Gesichtspunkte zu fassen, so können wir im Großen und Ganzen nur wiederholen, was wir seiner Zeit (2, pag. 126 f.) zur Deutung unserer Befunde bezüglich der Größe des Reparationsareals an verschiedenartigen Individuen gesagt haben:

Das erste sichtbare Anzeichen eintretender Reparation ist stets eine Ansammlung von Körnchen eines rothen Stoffes im Inneren des Cönosarks: er ist es, der auch den Polypen ihre rothe Farbe verleiht. Ich habe neuerdings (4, pag. 746), und mir scheint das die vorurtheilsloseste Auffassung zu sein, diesen rothen Stoff ein Mittel zur Hydrantenbildung genannt; mit diesem indifferenten Ausdruck ist nur seine Nothwendigkeit betont, ohne dass ihm im engeren Sinne der Charakter einer Ursache zugesprochen würde.

Ich denke nun, dass alle hier und früher beschriebenen Befunde sich verstehen lassen, besser gesagt, dass sich eine ihrer Seiten verstehen lässt bei der Annahme, dass der genannte »rothe Stoff« dauernd von der Tubularia gebildet wird, dass er nothwendig ist zur Erhaltung und zur Bildung der Hydranten, und dass er sich normaler Weise, falls nicht aborale Wundflächen gesetzt werden, oralwärts bewegt und sich oral ansammelt.

Es würde sich aus diesen Annahmen verstehen lassen, dass die σ -Polypen rascher entstehen als die σ' -Polypen, dass sie größer sind und mehr Tentakeln besitzen als diese, und vieles Andere.

Natürlich wäre unmittelbar das etwa anwesende oder zur Verfügung stehende Quantum des rothen Stoffes wohl nur für die Geschwindigkeit der Reparation verantwortlich; bei den anderen Fakten setzen Regulationen ein, indem in unbekannter Weise das zugängliche Quantum desselben vom Organismus benutzt wird, welcher sich da, wo es zur ganz »normalen« Bildung nicht reicht, Beschränkungen hinsichtlich der absoluten Größenverhältnisse der Theile oder der Zahlenverhältnisse in größerer Anzahl vorhandener Organe (der Tentakeln) auferlegt.

So erscheint denn der rothe Stoff recht eigentlich als Mittel zur Hydrantenbildung, als nichts weiter, und alle Erscheinungen erhalten den Charakter des Regulativen, der Anpassung an bestehende (innere, die »inneren Mittel« betreffende) Verhältnisse in hohem Maße.

Im Speciellen also würde ich auf Grund unserer Ausführungen die neu ermittelten Thatsachen in folgender Weise zu deuten versuchen: Dass Originalhydranten viel mehr Tentakeln besitzen als Reparativhydranten, hat seinen Grund darin, dass der Bildung letzterer nicht eine normale Ernährung von genügend langer Dauer vorherging: das genügende Quantum rothen Stoffes war bei Eintritt der Reparation nicht vorhanden und konnte auch nicht mehr beschafft werden; es wird ein Polyp gebildet, wie er eben mit dem vorhandenen Material, hinsichtlich seiner absoluten Größe und seiner Tentakelverhältnisse, am besten gebildet werden kann.

Successive Reparativbildungen haben sich natürlich in immer stärkerem Grade mit den noch zur Verfügung stehenden Mitteln einzurichten; denn obwohl vom »rothen Stoffe« im Verlauf des Stoffwechsels wohl stetig ein gewisses Quantum neu erzeugt worden ist, so ist doch Vieles für die vorhergegangenen Reparationen aufgebraucht worden; so dass sein absoluter Betrag wohl stetig sinkt.

Die *o*-Polypen besitzen eben deshalb mehr Tentakeln als die *o'*-Polypen, weil wegen der oralwärts gerichteten Bewegung des rothen Stoffes von diesem stets am Oralende des ursprünglichen Individuums mehr vorhanden ist als weiter aboralwärts.

Wenn aber kleine Stammstücke Polypen bilden, welche (kleiner sind und) weniger Tentakeln besitzen als solche an größeren Stücken, obwohl erstere weiter oralwärts am ursprünglichen Individuum gelegen waren, so hat das darin seinen Grund, dass das organbildende Mittel, der rothe Stoff, nicht stabil am Oralende angehäuft, sondern fortwährend zur Erhaltung des Hydranten oder zur Bildung eines neuen, dorthin aus dem ganzen Stamm geschafft wird: das dazu nöthige Bezugsareal ist nun bei kleinen Stammstücken ein sehr kleines, so dass trotz der günstigen, bezüglich des ursprünglichen Individuums meist-oralen Lage, doch die Umstände ungünstiger liegen als bei einem weiter aboralen Stammstücke, welches dafür größer ist.

Der Organismus leistet allemal, was er unter den vorhandenen Umständen, d. h. mit dem ihm durch schon vorhandene Ansammlung oder durch Transport zur Verfügung stehenden rothen Stoffe am besten leisten kann.

Er ist das aktiv Leistende; der rothe Stoff ist und bleibt Mittel; als solcher kann er nur für Quantitäten, nie für Specificitäten verantwortlich gemacht werden, oder doch für letztere nur in so fern, als sich in ihnen Quantitätsverhältnisse äußern.

Ich denke hier vor Allem an die Wahrung der Proportionen bei kleinen Reparativanlagen (2, pag. 123 f.); aber auch für die jedesmalige absolute Zahl der Tentakeln ist der rothe Stoff natürlich nicht an und für sich verantwortlich, sondern nur für ihre Gesamtmasse.

Dass wir aber über unseren »rothen Stoff« nicht nur nichts im Einzelnen wissen, sondern nicht einmal solches Wissen zu erlangen versucht haben, beeinträchtigt unsere Ausführungen in keiner Weise: für den durchaus allgemeinen Charakter derselben genügt vollkommen die Annahme des Factums, dass ein »Mittel« für die Leistungen des Organismus in ihm vorliege.

B. Notizen über die Wundheilung bei Tubularia.

Fig. 2.

Wundheilung im Cönosark. Die schraffirten Stellen sind noch cönosarkfrei. s eine der beiden längsverlaufenden Septen; ihre beiden Theile sind in d noch nicht ganz wieder vereinigt.
 a: 9 Uhr 52, gleich nach der Operation. b: 10 34. c: 2 22.
 d: 5 Uhr. Alles bei gleicher Vergrößerung gezeichnet.

Es ist bemerkenswerth, wie rasch Substanzunterbrechungen ausgeglichen werden, welche dem Cönosark der Tubularia durch Quetschungen oder Zerrungen, also etwa durch den Druck einer rauhen Pincette, beigebracht wurden.

Ich drückte Stämme unserer Form mit der Pincette derartig, dass innerhalb des Perisarks ein unregelmäßiger, von Cönosark freier Raum vorhanden war (Fig. 2 a) und beobachtete unter dem Mikroskop stetig den Schluss der Wunde. Schon nach Verlauf von etwa einer Stunde war das Cönosark erheblich über den vormals von ihm freien Raum vor-

geschoben (Fig. 2 *b*), nach Verlauf von 4 weiteren Stunden war das Cönosark beinahe (Fig. 2 *c*), von weiteren 2½ Stunden durchaus kontinuierlich und nur die zwei Septen der *T. mesembryanthemum* zeigten noch Unterbrechungen (Fig. 2 *d*), welche erst nach 2—3 Tagen verheilt waren.

Der mehrmals angestellte Versuch verlief immer in gleicher Weise.

Es scheint mir, als spiele bei diesem Wundschluss anfänglich die Elasticität der zurückgequetschten Gewebe eine erhebliche Rolle, darauf wohl etwas Anderes, zu dessen Verständnis mit dem Worte Cytotaxis nicht viel gewonnen sein dürfte. Bei der weit langsameren

Fig. 3.

Wundschluss und Formregulation eines kleinen Cönosarkstücks der *Tubularia*. *a*: 10 Uhr 18, gleich nach Operation. *b*: 10 Uhr 23, Wundränder schon genähert. *c*: 10 Uhr 50, fast geschlossen. *d*: 11 55 ganz geschlossen und abgerundet. Alles ist bei derselben Vergrößerung gezeichnet.

Vervollständigung der Septen dürften regenerative Regulationen mitspielen.

Beachtenswerth ist vor Allem der so sehr rasche Verlauf der Wundheilung.

In ähnlich rascher Weise findet auch der als Heilung zu bezeichnende Process statt, wenn kleine etwa 1 mm lange Cönosarkcylinder aus dem Perisark mittels eines stumpfen Messers herausgeschoben und im Wasser frei sich selbst überlassen werden.

Schon gleich nach der Operation sieht man an den durch die Zerrungen recht unregelmäßig gestalteten Cylindern (Fig. 3 *a* und 4 *a*) starke Bewegungen der Ränder, welche zu Verengungen der Öffnungen führen.

Nach etwa 5 Minuten sind die Öffnungen bereits erheblich enger und ist das Gesamtvolumen der Objekte beträchtlich kleiner (Fig. 3*b* und 4*b*). Nach weiteren 20—30 Minuten giebt es fast keine Öffnungen mehr, sondern eine weit kleinere Gesamtmassse mit noch unregelmäßiger Oberfläche (Fig. 3*c* und 4*c*), nach etwa 1—2 Stunden aber sind alle Unregelmäßigkeiten ausgeglichen und wir haben einen bald mehr ellipsoidischen, bald mehr kugeligen Körper vor uns (Fig. 3*d* und 4*d*).

Fig. 4.

Wie Fig. 3. *a*: 11 Uhr 32. *b*: 11 Uhr 38. *c*: 12 Uhr. *d*: 1 Uhr 55. Alles bei derselben Vergrößerung gezeichnet.

Auch hier, denke ich, spielt Anfangs die Gewebselasticität wohl ihre Rolle, später etwas Anderes, Intimeres, und endlich, bei Erreichung der regelmäßigen Oberfläche wohl der osmotische Druck des Inneren. Dass durch seine Wirkung keine kuglige, sondern eine elliptische Form des Ganzen herauskommt, ist wohl auf die Ungleichheit der Wandstärke an den verschiedenen Orten zu setzen: an den beiden Wundheilungsstellen dürfte die Wandung nachgiebiger sein als anderwärts.

Der rasche Verlauf der Wundheilung ist hier noch auffallender als in den Eingangs beschriebenen Fällen.

Mit dem Hinweis darauf, dass *Tubularia* für ein intimeres Studium der Wundheilung wohl ein ausgezeichnetes Objekt sein möchte, ist der Zweck dieser Zeilen erfüllt.

C. Die Entwicklung kleiner perisarkloser Stücke der Tubularia.

Solche kleinste aus dem Perisark entnommene Stücke der Tubularia, wie wir sie zum Studium der Wundheilung soeben betrachteten, vermögen in seltenen Fällen einen Hydranten zu entwickeln. Meist freilich thun sie es nicht.

Das gewöhnlich beobachtete Verhalten unserer Objekte ist dieses, dass sie 1 oder 2 Tage nach erfolgter Operation einen sich von der dunklen undurchsichtigen Centralmasse abhebenden hellbraunen Saum aufweisen, wohl die beginnende Neubildung des Perisarks.

In den meisten Fällen bemerkt man dann im Verlauf des 3. oder 4. Tages ein das Ganze umgebendes abgehobenes Häutchen, innerhalb dessen sich im Verlauf weiterer Zeit die centrale (Cönosark-) Masse immer mehr zusammenzieht, bis sie endlich abstirbt. Unter 93 Fällen ward das 84mal beobachtet.

Die einzige Leistung des kleinen Stückes bestand also hier, von der Wundheilung und äußeren Formregulation abgesehen, in der Perisarkbildung. Sie schützte das Objekt gegen außen, sie war es aber andererseits, welche wegen des gar zu vollständigen Abschlusses jede Neubildung und wohl sogar die Athmung verhinderte, so dass der Tod eintrat. Solches scheint mir wenigstens die nächstliegende Auffassung der geschilderten Vorgänge zu sein.

In 9 unter den 93 Fällen kam es an den kleinen Objekten zur Weiterentwicklung. Es war in diesen Fällen nie die erwähnte abstehende Hülle gebildet worden, sondern es war bei dem hellbraunen peripheren Saum geblieben. Der Beginn der Entwicklung war also (am 2. oder 3. Tage) in einem Zeitpunkt eingetreten, in welchem das neugebildete Perisark noch weich genug war, um einen Durchbruch zu gestatten.

Viermal resultirten aus der Gesamtmasse unregelmäßige Tentakelhaufen, wie sie auch bei von Perisark umkleideten 1 mm langen Stücken früher (1, pag. 407 und 2, pag. 107 f.) oft zur Beobachtung gelangten. Zweimal resultirte, ebenfalls aus der Gesamtmasse, wie seiner Zeit aus den eben erwähnten Stücken entstanden, ein Rüssel mit Genitalien an seinem Ende. Zweimal wandelte sich in entsprechender Weise die Gesamtmasse zu einem ganzen Kopf, ohne Stammstück um, das eine Mal mit Bildung von Genitalien.

Nur ein Objekt ergab eine wirkliche vollständige, d. h. mit Stamm versehene Polypenbildung, und zwar auf seltsame Weise. Noch nach

6 Tagen wies das Objekt nur den bräunlichen, peripheren Saum, ohne abgehobene Membran, auf, dann zeigte sich auf der Kugel eine beschränkte röthliche Calotte, der Keimscheibe des Fisch- oder Cephalopodeneies vergleichbar (Fig. 5 *a*); man gewahrte am nächsten Tag (Fig. 5 *b*) auf einen Mittelpunkt hin konvergirende rothe Streifen, die Anlagen der Tentakeln, an dem als Ganzes noch kugeligen Gebilde, am folgenden Tag war die Anlage als kleiner Polyp aus der Kugel herausgewachsen und trug den Rest der Masse als großen Kugelanhang hinter sich, ein Bild darbietend, wie es in der Entwicklung der Cestoden auftritt (Fig. 5 *c*).

Fig. 5.

Reparation eines kleinsten perisarklosen Stückes der Tubularia. *a*: keimscheibenartige Bildung. *b*: Tentakelanlagen flach auf der Seite. *c*: herausgesprosser Hydrant.

Kleinen perisarklosen Stückchen des Cönosarks von Tubularia wohnt also unter gewissen Umständen — principiell wohl immer — die Fähigkeit zur vollständigen Weiterentwicklung inne, welche Fähigkeit zwar meist durch einen frühzeitigen allzu energischen Abschluss nach außen nicht zur Bethätigung gelangt.

Unsere entwicklungsfähigen Objekte maßen etwa 1 mm im Durchmesser. Es ist also durch unsere Versuche zugleich bewiesen, wie es für von Perisark umkleidete Stücke schon früher geschehen war, dass mit einer Länge von 1 mm das zur vollständigen Entwicklung nöthige Substanzminimum jedenfalls noch nicht unterschritten ist.

Den absoluten Betrag dieses Substanzminimums zu bestimmen, wie es in angenäherter Weise seitens F. PEEBLES für Hydra geschah¹⁾,

¹⁾ Stücke von $\frac{1}{6}$ mm Durchmesser bilden hier noch Hypostom und einen Tentakel.

wird bei *Tubularia* schwerlich angehen, da sich selbst Stücke von etwa 1 mm Durchmesser nur in etwa 10 % der Fälle überhaupt entwickelt haben.

D. Über die von längsgespaltenen Stammstücken gebildete Tentakelzahl.

a. Thatsächliches.

Ich habe vor 3 Jahren (1, pag. 391) einige Beobachtungen über Reparationen veröffentlicht, welche an längsgespaltenen Stammenden stattgefunden hatten. Der Versuch war damals in der Weise vorgenommen worden, dass ein etwa 2 cm langes Stammstück mittels eines scharfen Skalpells am oralen Ende auf etwa 8 mm hin halbirt ward. Meist heilten die Wunden zusammen und es kam auch an dem gespaltenen Ende nur zu einer Hydrantbildung; in einigen Fällen aber resultirten zwei Polypen an ihm und es konnte festgestellt werden:

erstens, dass diese beiden Polypen ebenso symmetrisch gestaltet waren, wie der einheitliche Polyp des Aboralendes;

zweitens, dass die Tentakelzahl jedes der beiden ganz oder annähernd die des aboralen Polypen, dass auf alle Fälle die Summe der Tentakelzahlen jener beiden viel größer als die Tentakelzahl dieses war.

Nach unseren neuen, in Theil A mitgetheilten Befunden gewinnt dieses provisorische Resultat ein etwas anderes Aussehen: es dürfen nämlich (Tabelle III) nicht aborale Bildungen ohne Weiteres mit oralen verglichen werden.

So wäre es denn möglich, dass man beim Vergleich der Tentakelzahl von oralen Spaltpolypen mit derjenigen von oralen Normalpolypen des gleichen Stammes ein etwas abweichendes Resultat erhielte.

Diese Erwägungen veranlassten mich zur Wiederholung des Versuches.

Ich ging diesmal so vor, dass ich die am meisten oral gelegenen 8 mm der Objekte überhaupt nicht benutzte, der Rest derselben wurde in zwei Theile von je etwa 8 mm Länge zerlegt und von diesen Theilen ward der aborale (in Bezug auf das ursprüngliche Individuum) total längsgespalten (Fig. 6). Auf diese Weise hatte ich die Spalthälften durchaus gesondert vor mir; ich hatte außerdem dadurch, dass ich die aboralen Stammtheile halbirt, die Fehlerquelle ausgeschlossen, welche darin begründet liegt, dass bezüglich des ursprünglichen

Individuums weiter oralwärts gelegene Theile an und für sich mehr Tentakeln bilden als weiter aboralwärts gelegene. Wenn also jetzt die Summe der Tentakel der Spaltstücke sich als größer erweisen

Fig. 6.

Versuchsschema zu Theil D. Siehe Text.

würde als die Tentakelzahl des Ganzstückes, so wäre damit wirklich etwas Einwandfreies gewonnen. Wir werden sehen, dass unsere früheren Beobachtungen annähernd zu Recht bestehen bleiben werden.

Die folgenden beiden Tabellen stellen die Resultate im Einzelnen dar. Ein Strich (—) deutet in der ersten den Tod des einen Spaltstückes an; besitzt in solchem Fall das überlebende Spaltstück mehr als die Hälfte der Tentakeln des Einheitsstückes, so ist das Resultat immerhin nicht werthlos. Da stets die erste an einem Objekt auftretende Hydrantenbildung zur Zählung benutzt wurde, so sind also nach früheren Erfahrungen die Tentakeln nur an oralen Polypen gezählt worden.

Tabelle V (T. mesembryanthemum, Neapel).

	Nr. 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Einheitspolyp	17	18	18	20	19	20	20	15	23	22	22	15	18	15	15	17	17
Spaltpolyp a	11	12	12	17	16	14	14	11	19	13	18	13	12	10	12	11	10
Spaltpolyp b	—	—	8	9	14	9	11	—	11	13	12	8	—	—	—	11	13

Es kommen hierzu einige an T. indivisa — welche sich, nebenbei bemerkt, trotz ihres differenten inneren Baues ganz ebenso wie T. mesembryanthemum reparirt — in Helgoland angestellte Beobachtungen. Bei dieser Form erfolgt die Reparation der Spaltstücke sehr langsam, leider so langsam, dass wegen der beschränkten Zeit, die mir zu Gebote stand, in vielen Fällen nur die Reparation des Einheitsstückes oder doch nur die des letzteren und eines Spaltstückes beobachtet werden konnte; wo dieses der Fall ist, zeigt ein Strich (—) den Mangel der Zählung für den zweiten Spaltpolypen an.

Tabelle VI (T. indivisa, Helgoland).

	Nr. 1	2	3	4	5	6	7	8	9
Einheitsbildung	21	21	19	23	22	18	23	23	21
Spaltbildung a	15	18	14	15	17	17	16	16	16
Spaltbildung b	16	16	14	—	—	—	—	—	—

Ganz dasselbe Resultat, wie ich es früher erhalten zu haben glaubte, zeigen diese Tabellen nicht: dieselbe Tentakelzahl wie vom Einheitsstück wird nie von den Spalthydranten gebildet. Aber die Summe der Tentakeln der Spaltpolypen ist stets größer als die Anzahl der Tentakeln der Einheitsbildung: in dieser Form bleibt das alte Resultat bestehen und zwar unanfechtbar bestehen, da das Gesagte der Fall ist, obwohl der Reparationsort der Spaltbildungen weiter aboralwärts bezüglich des ursprünglichen Individuums gelegen ist als derjenige der Einheitsbildung, und obwohl beide Reparationshydranten orale Bildungen sind.

Unser Resultat wird am besten durch Berechnung und Vergleich der Mittel der Tentakelzahlen dargestellt. Aus Tabelle V ergibt sich, wobei die Objekte, deren einer Partner gestorben war, unberücksichtigt geblieben sind, als Mittel für die Tentakelzahl der Einheitsbildung: 19,36, der Spaltbildung a : 14,27, der Spaltbildung b : 10,81.

$$a + b = 25,08$$

$$25,08 > 19,36.$$

Der andere Theil unseres früheren Resultates, dass nämlich die aus Spaltbildungen hervorgegangenen Reparationspolypen durchaus symmetrisch, wie normal gebildete, gestaltet seien, konnte für *T. mesembryanthemum* vollauf neu bestätigt werden.

Bei *T. indivisa* waren drei der von Spaltstücken gebildeten Hydranten nicht ganz symmetrisch gestaltet, in so fern die großen Tentakel an einer Seite des Kranzes etwas kleiner waren als an der anderen. An der principiellen Bedeutung des Resultates, dass vollständig proportional gebaute Polypen von Spaltstücken geliefert werden können, ändern diese geringfügigen Ausnahmen natürlich gar nichts.

Selbstverständlich ist eine regulative Umordnung der intimen Struktur des Cönosarks der *Tubularia* anzunehmen, wenn Spalthälften totale Hydranten produciren, eine innere Umordnung, welche der von mir so oft (z. B. 4, pag. 729 f.) für die Echinidenblastomeren geforderten entspricht. Denn von einer gegebenen Richtungsstruktur muss bei Fehlen äußerer richtender Anlässe Gerichtetes ausgehen; etwas Ganzes aber hat auch Ganzes, nicht Halbes, wie es durch die Operation geschaffen ist, zur Voraussetzung.

Mir scheint nun, dass diese geforderte regulatorische Umordnung bei *T. indivisa*, vielleicht wegen der Zähigkeit des Materials, sehr

langsam verläuft und in den drei Ausnahmefällen bei Eintritt der Reparation wohl eben noch nicht ganz vollständig vollendet war. Auf Rechnung dieser Langsamkeit des Ausgleichs möchte ich auch den Umstand setzen, dass an den meisten Spalthälften unserer Form die Reparation so langsam verlief, dass sie oft nach Verlauf von 14 Tagen immer noch nicht eingetreten war.

Unsere Tubulariastudien geben uns also zu ähnlichen Betrachtungen Veranlassung, wie sie kürzlich (5, pag. 385) bezüglich der $\frac{1}{8}$ -Blastomeren der Echiniden von uns gepflogen worden sind.

b. Theoretisches.

Die Bildung proportional gestalteter Hydranten aus Spalthälften des Stammes lehrt uns den Stamm der Tubularia als ein organisches Gebilde kennen, das nicht nur, wie wir auf Grund anderer Versuche wissen, in der Längsrichtung, bezüglich seiner Querschnittsdifferentiale, sondern auch dem Umfang nach, bezüglich seiner ein Cylinder-volum ausmachenden Längsschnittsdifferentiale, ein harmonisch-äquipotentiell System ist.

Alles früher (3) von uns für solche Systeme allgemein Ausgeführte gilt also auch in dieser Beziehung für den Stamm der Tubularia: dass wir ihm eine einfache Richtungsorganisation, als primären Ausgangspunkt alles geordneten Geschehens an ihm, vindiciren müssen, ist schon gesagt worden; wir müssen auch zugeben, dass wir die Lokalisation dieses Geschehens an ihm mit physikalisch-chemischen Mitteln zu begreifen außer Stande sind. —

Bezüglich des hinsichtlich der Tentakelzahlen an Spaltstücken ermittelten Resultates dürfte uns eine kurze Überlegung wohl zu einem gewissen Verständnis der Sachlage, d. h. zur Einsicht ihrer Harmonie mit anderen Ermittlungen, verhelfen.

Dass Spaltstücke nicht, wie früher irrthümlich von mir behauptet war, ebenso viele Tentakel bilden wie Einheitsstücke, ist ohne Weiteres daraus verständlich, dass in jenen eben weniger Material, also auch weniger von dem Mittel zur Tentakelbildung, dem oft genannten »rothen Stoff« vorliegt, als in diesen: der Tubularia-Organismus richtet sich aber bezüglich der von ihm gebildeten Tentakelzahl nach dem zur Verfügung stehenden Quantum dieses Mittels, wie in Theil A eingehend erörtert ist.

Warum aber ist nun die Summe der Tentakelzahl der Spaltstücke größer als die Tentakelzahl des Einheitsstückes? Die Summe der Cönosarkmassen der Spaltstücke ist doch natürlich stets gleich

der Masse des letzteren, mögen die Spaltstücke wirkliche Hälften, oder, wie das bei der Schwierigkeit der Operation unvermeidlich ist und in den schwankenden absoluten Zahlen der Tabellen zum Ausdruck kommt, beliebige sich durch Addition zu 1 ergänzende Brüche darstellen.

Wie anlässlich des Studiums der Größenverhältnisse kleiner Echinidenlarven (5, pag. 399 f.) müssen wir uns, um hier weiter zu kommen, wieder an gewisse geometrische Sätze über Volumina und Oberflächen von Körpern erinnern:

Wenn die Summe der Volumina (v) zweier Cylinder von gleicher Höhe gleich dem Volumen eines dritten Cylinders von gleicher Höhe (V) ist, so ist die Summe ihrer Mäntel (m) größer als der Mantel (M) desselben.

Lassen wir nämlich die zu addirenden Volumina gleich groß sein, so ergibt sich:

$$V = h R^2 \pi; \quad v = h r^2 \pi; \quad 2 v = V.$$

$$2 h r^2 \pi = h R^2 \pi; \quad \text{also: } R = r \sqrt{2}$$

$$M = 2 R \pi h; \quad m = 2 r \pi h; \quad \frac{M}{m} = \frac{R}{r} = \frac{r \sqrt{2}}{r} = \sqrt{2}$$

$$M = m \sqrt{2}$$

$$2 m > m \sqrt{2}; \quad \frac{2 m}{M} = \frac{2}{\sqrt{2}} = \frac{2}{1,41} = \text{ca. } \frac{10}{7}.$$

Für das Verhältnis des Mittels der Tentakelanzahl des Einheitspolypen zur Summe der Mittel der Zahlen der Spaltbildungen hatten wir gefunden:

$$\frac{\text{Summe der Spaltpolypen}}{\text{Einheitspolyp}} = \frac{25,08}{19,36}.$$

Bringen wir, mit Vernachlässigung der Decimalen, die Brüche $\frac{25}{19}$ und $\frac{10}{7}$ auf gleichen Nenner, so ergibt sich $\frac{25}{19} = \frac{175}{133}$; $\frac{10}{7} = \frac{190}{133}$.

Eine sehr große Differenz ist das nicht; die Übereinstimmung wird sogar sehr beachtenswerth, wenn wir bedenken, dass unsere Berechnung für Gleichheit der Volumina der Spaltcylinder gilt, dass aber, wie erwähnt, diese Voraussetzung in den Versuchen wohl beinahe nie erfüllt sein wird.

Wir dürfen also wohl auf Grund unserer Betrachtungen den folgenden Schluss ziehen:

Die Thatsache, dass Hydranthen, welche sich an gespaltenen Stammstücken entwickeln, mehr Tentakel bilden als dem Bruchtheil, den sie bezüglich des ganzen Stammes darstellen, entspricht, ist folgendermaßen verständlich: durch den spaltenden Schnitt wird ein Hohlcyylinder mit messbarer Wanddicke, das Cönosark, zunächst in zwei offene Halbcylinder zerlegt. Würden sich diese Halbcylinder nun derart zu Ganzcylindern schließen, dass ihre Mantelflächen sich zu je einem Ganzmantel zusammenschließen, so würde die Summe der Mäntel beider Partialcylinder gleich der Oberfläche des ursprünglichen Cylinders sein. Da aber die Mäntel der offenen Halbcylinder, d. h. die Cönosarkoberflächen, mit dem Perisark verwachsen, also nicht beweglich sind, da vielmehr der Schluss der Halbcylinder zu Ganzcylindern durch Überwucherung von den Wundrändern her — sei es nur durch Zellwanderung oder auch durch Zelltheilung — statthat, also unter Oberflächenvergrößerung an jedem der Partialobjekte stattfindet, so kann der stattfindende Formänderungsprocess geometrisch annäherungsweise so betrachtet werden, als wenn das zerspaltene Cönosark eine kompakte Cylindermasse dargestellt hätte, deren jede Längshälfte sich zu einem neuen kleineren Ganzcylinder umordnet.

Ist das der Fall, so ergibt sich, wie bewiesen, dass die Summe der Mäntel der Partialcylinder größer als der ursprüngliche Cylindermantel sein muss.

Nun entstehen die Anlagen der Tentakel bei der Reparation als Gebilde, die rings um eine Fläche, eben den Mantel des cylindrischen Cönosarks herum vertheilt sind. Es ist daher eine naheliegende Annahme, dass sie in der Art ihrer Vertheilung sowie hinsichtlich ihrer absoluten Zahl *cet. par.* durch die absolute Größe dieser Fläche bestimmt sein möchten.

Ist das aber zugegeben, so folgt aus den vorstehenden geometrischen Betrachtungen ohne Weiteres, dass an den beiden Mantelflächen zweier Partialcylinder, die aus einem ursprünglichen Cönosarkcylinder der *Tubularia* entstanden sind, zusammen mehr Tentakel *cet. par.* entstehen können, als an letzterem.

Da nun solches in der That der Fall ist, so gewinnt eine Betrachtung wie die vorstehende, aus der es sich als nothwendige Folgerung ergibt, den Charakter der Wahrscheinlichkeit. Es darf daher wohl behauptet werden, dass eben diese Betrachtung zur Erlangung eines tieferen Verständnisses der beobachteten Sachlage von Nutzen gewesen ist.

Sie war es um so mehr, als, wie mitgetheilt, die zahlenmäßige Ausrechnung des Verhältnisses der beobachteten Tentakelzahlen an den beiden Partialcylindern und am ursprünglichen Cylinder eine hohe Annäherung an den Bruch ergibt, welcher das Verhältnis der Summe der Mäntel zweier Cylinder gleicher Höhe zum Mantel eines gleich hohen Cylinders, dessen Volumen die Summe der Volumina jener ist, zum Ausdruck bringt.

Bei unseren Studien über die aus isolirten Blastomeren (5, pag. 399 f.) entwickelten Echinidenkeime waren wir genöthigt, den hier vorstehenden sehr ähnliche geometrische Erwägungen anzustellen, als wir über die Größe jener Keime handelten. Nur war dort Alles umgekehrt, als es hier ist: dort waren die Keime für den Keimwerth zu klein, hier sind sie, wenn wir das Wort anwenden wollen, für den Keimwerth zu groß. Der Grund für die Differenz liegt darin, dass bei den Echinidenkeimen, wegen der freien Beweglichkeit der Elemente, die Keimflächen in ihrer Proportionalität zum Keimwerth erhalten bleiben konnten, während bei der Tubularie, wegen der Verwachsung der Oberfläche mit dem starren Perisark umgekehrt gerade das Keimesvolumen erhalten bleibt. —

Für den Echinidenkeim ist von uns festgestellt worden, dass aus Eibruchtheilen oder einzelnen Blastomeren entwickelte Kleinobjekte den normalen Keimen in Hinsicht ihrer gröberen Anatomie geometrisch-proportional, in Hinsicht ihrer histologischen Struktur aber arithmetisch-proportional seien, indem sich in der Zahl ihrer jeweiligen Organzellen das ausdrückt, was ich den Keimwerth der Objekte genannt habe. Um auch im Intimen proportionale geometrische Verkleinerungen der Ganzkeime zu sein, müssten die Kleinkeime kleinere Zellen als jene und diese dann in normaler Anzahl bilden, was offenbar dem Organismus nicht möglich ist (5, pag. 382 f.).

Wenn wir nun unsere aus Spalthälften entwickelten Tubularien auch als Kleinkeime im Gegensatz zu »normalen« Ganzkeimen betrachten wollen, so muss uns auffallen, dass hier die Verhältnisse etwas anders liegen als beim Echinidenkeim, und zwar ist solches wohl deshalb der Fall, weil der Tubularia-Organismus sich vorwiegend aus Organen zusammensetzt, die von BATESON als meristische Organe bezeichnet sind, und zwar aus meristischen Organen in unbestimmter Anzahl. Wir konstatiren an den Kleinobjekten der Tubularia eine geometrische Proportionalität zu den Ganzobjekten, sobald wir die Organsysteme als Ganzes ins Auge

fassen, aber hier wird die Proportionalität eine (annähernd) arithmetische nicht erst wenn wir zu den Zellen, sondern schon, wenn wir zu den einzelnen Gebilden unter den meristischen Organen hinabsteigen: es ist nicht die Tentakelzahl die »normale« und dabei jeder Tentakel von halber Größe, aus der halben Zellenzahl bestehend, sondern es wird annähernd die halbe — aus verständlichen Gründen etwas mehr als die halbe — Anzahl von Tentakeln gebildet.

Hier scheint also nicht nur die Zellengröße, sondern bereits die Größe der meristischen Elementarkonstituenten — und zwar wohl mehr ihr Querschnitt als ihre nachträglich regulierbare Länge — eine für den Organismus feste Größe zu sein.

Zu einer eingehenderen Diskussion des angeregten Gedankens ist hier nicht der Ort: es wird eingehenderer Untersuchungen über die Kleinkείμε meristischer Organismen bedürfen, um positive Aussagen über den entwicklungsphysiologischen Werth oder Charakter meristischer, also auch metamerer, Organe machen zu können.

Heidelberg, 24. IX. 1900.

Litteraturverzeichnis.

- BATESON, W., Materials for the Study of Variation. London 1894.
- DRIESCH, H., 1. Studien über das Regulationsvermögen der Organismen. I. Von den reparativen Wachstums- und Differenzirungsfähigkeiten der Tubularia. Arch. Entw.-Mech. 5. 1897.
2. Do. II. Quantitative Regulationen bei der Reparation der Tubularia. Ebenda. 9. 1899.
3. Die Lokalisation morphogenetischer Vorgänge. Ebenda. 8. 1899. Auch separat.
4. Resultate und Probleme der Entwicklungsphysiologie der Thiere. Ergeb. Anat. u. Entw. 1898. 1899.
5. Die isolirten Blastomeren des Echinidenkeimes. Arch. Entw.-Mech. 10. 1900.
- PEEBLES, F., Experimental Studies on Hydra. Ebenda. 5. 1897.
- RAND, H. W., Regeneration and Regulation in Hydra viridis. Ebenda. 8. 1899.
-