wie die bekannten Thatsachen darüber durch seine Theorie sich erklären lassen.

In dem Vorstehenden sind nur einige Hauptpunkte aus den nach vielen Seiten ausstrahlenden, theoretischen Betrachtungen des Verf. hervorgehoben; über zahlreiche andere wichtige Fragen, welche der Verf. berührt, muss auf das Original verwiesen werden, in welchem auch die zoologische Literatur beständig in reichhaltigem Maße benutzt und ausführlich besprochen wird. Es ist natürlich, dass bei einem so dunkeln Gebiete wie dem der Sexualität dem freien Spiel der Gedanken ein weiter Raum gelassen ist, und sehr leicht die verschiedensten Meinungen selbst über die wesentlichsten Fragen sich kreuzen können. Vieles, was der Verfasser vorbringt, wird man anerkennen, vielem andern nicht beistimmen. Jedenfalls wird man ihm dankbar sein, nicht bloß für die wichtigen thatsächlichen Beobachtungen des ersten Teils seiner Arbeit, sondern auch für die geistige Anregung nach vielen Richtungen hin durch seine theoretischen Erörterungen.

Georg Klebs (Tübingen).

Ueber künstliche Teilung bei Infusorien.

Zweite Mitteilung.

Von **Dr. A. Gruber**,

Professor der Zoologie in Freiburg i/B.

Seit meiner letzten Publikation über künstliche Teilung bei Infusorien [1]) habe ich die Versuche in dieser Richtung fortgesetzt und bin dabei zu Resultaten gelangt, welche meine ersten Angaben wesentlich ergänzen. Als Hauptversuchsobjekt diente mir immer noch *Stentor coeruleus*, doch habe ich auch mit mehreren anderen Infusorien experimentiert, worauf ich später einmal eingehen werde. — Was zunächst den Grad der Regenerationsfähigkeit betrifft, so ist dieser ein noch höherer, als man aus den früher von mir erwähnten Beobachtungen schließen könnte. Ich habe schon damals in einer Anmerkung mitgeteilt, dass es mir auch gelungen ist, bei Stentoren das Hinter- und Vorderende zu entfernen, den mittlern Abschnitt zu isolieren und denselben am andern Tage vollkommen regeneriert zu finden, ein Experiment, das bei einiger Vorsicht immer gelingen wird.

Ein anderer Versuch ist folgender: Ein *Stentor*, den ich mit dem Buchstaben A bezeichnen will, wurde in der Mitte quer durchschnitten; am andern Tage hatten sich beide Stücke zu vollkommenen Tieren, A', regeneriert; von diesen wurde eines abermals in zwei Stücke ge-

---

1) s. Biol. Centralbl. IV. Bd. Nr. 23. S. 717.

teilt, die am Tage darauf wieder vollkommene Individuen, A'', geworden waren; jetzt wurde eines der A'' noch einmal halbiert und wieder waren die beiden Hälften, A''', am folgenden Tage regeneriert; schließlich gelang es auch noch, aus einem der A''' durch künstliche Teilung zwei vollkommene Stentoren, A'''', zu erzeugen. Da ein Wachstum zwischen den einzelnen Teilungen wegen der Kürze der Zeit und des Mangels an Nahrung nicht stattfinden konnte, waren schließlich die Stücke A'''' so klein geworden, dass ein weiteres Zerschneiden nicht mehr gelang; auch waren sie bereits am Absterben und deshalb nicht mehr zu gebrauchen. Ich habe absichtlich immer nur einen Deszendenten verfolgt, um den Gang des Experiments deutlicher zu machen, während selbstverständlich die künstlich erzeugten Nachkommen des *Stentor* A in mehrere Reihen auseinandergingen, die übrigens nicht alle gleich lange am Leben blieben.

Ich habe ferner festzustellen versucht, ob sich verschiedene Abschnitte des Körpers bezüglich der Regenerationsfähigkeit verschieden verhalten, also ob zum Beispiel die mehr nach vorn gelegenen Teile rascher im stande sind, das verloren gegangene Peristomfeld mit der Mundspirale zu ersetzen, als solche, die dem hintern Ende des Infusoriums näher liegen. Zu diesem Ende schnitt ich Stentoren zunächst der Länge nach auseinander und dann jede Hälfte noch einmal der Quere nach, oder, was leichter gelingt, zuerst das ganze Tier quer und die beiden Hälften in der Längsrichtung auseinander. Die einzelnen Stücke wurden dann isoliert, und es fand sich, dass, wenn die Bedingungen entsprechende waren, sich alle vier zu gleicher Zeit regeneriert hatten. Man kann daraus schließen, dass nicht etwa bloß am Vorderende Moleküle liegen, welche zur Herstellung der adoralen Wimperzone prädisponiert sind, sondern dass jedes Elementarteilchen im Infusorium zu solchem Funktionswechsel befähigt ist.

Auch solche Stentoren, welche eben in spontaner Teilung begriffen, oder eben daraus hervorgegangen sind, haben die Regenerationsfähigkeit ganz in demselben Maße wie andere Individuen. Schließlich erwähne ich noch, dass auch sehr kleine Stückchen, die von irgend einem Teil des Körpers abgetrennt werden, zu vollkommenen kleinen Stentoren auswachsen, wenn sie einen Anteil des Kerns enthalten. Dies führt mich auf die Betrachtung der Rolle, welche der Kern bei dem Vorgange der Regeneration zu spielen hat.

Wie ich schon in meinem ersten Aufsatze erwähnt, ist Nussbaum bei seinen Versuchen zu dem Schlusse gekommen, es habe den Anschein, als ob zur Erhaltung des Individuums ein Kern nötig sei; „es scheint somit, als ob zur Erhaltung der formgestaltenden Energie einer Zelle der Kern unentbehrlich sei.“ Da es Nussbaum nur in einem Falle gelang zwei Teilstücke unter Elimination des Kerns zu isolieren, mochte er diesen Schluss nicht mit voller Bestimmtheit aufstellen, und es kam mir nun darauf an, an meinem

Objekte diesen Versuch womöglich öfter zu wiederholen. Da ich selbst früher kernlose Exemplare von *Actinophrys sol* und kernlose, aber sonst ziemlich vollkommene Splitter von *Oxytricha* beobachtet habe, da Balbiani *Paramaecium aurelia* manchmal ohne Kern gefunden hat[1]), Nussbaum's kernlose Stücke von *Oxytricha* erst am zweiten Tage starben und es mir gelungen war, ein kernloses Stück von *Cyrtostomum leucas* mehrere Tage am Leben zu erhalten, so war die Möglichkeit einer Regeneration auch ohne die Gegenwart eines Kerns immer noch nicht ganz ausgeschlossen. Der rosenkranzförmige Kern, der den ganzen Körper des *Stentor* durchzieht, erschwert es aber sehr ein kernfreies Stück abzutrennen, und so wählte ich zunächst Individuen, welche eben den Beginn der spontanen Teilung, d. h. in der Mitte des Körpers die Anlage des für das hintere Tochterindividuum bestimmten Peristomkranzes aufwiesen, da bekanntlich um diese Periode der Nucleus sich zu einer runden oder bohnenförmigen Masse zusammenzieht. Gleich bei dem ersten in diesem Zustande befindlichen Exemplar, das ich durch einen Querschnitt halbierte, gelang es mir diese Kernmasse fast ganz zum Austritt zu bringen; ich isolierte die beiden Stücke und fand sie am andern Tage beide als ganz vollkommene, sich lebhaft bewegende Individuen wieder. Bei der Färbung auf dem Objektträger, die ich damit vornahm, stellte sich heraus, dass das eine keine Spur eines Kerns und das andere nur noch ein ganz kleines Restchen eines solchen enthielt[2]). Ein zweiter Versuch war folgender: ich trug vom Vorderende eines *Stentor* ein kleines Stückchen so ab, dass kein Kernbestandteil mit abgetrennt wurde, isolierte den Abschnitt und fand jedesmal Tags darauf ein kleines Individuum mit einem runden Kranz von Peristomwimpern vor, das auch bei der Färbung sich als vollkommen kernlos erwies.

Man wäre nun auf den ersten Blick versucht, diese zwei Experimente als einen tadellosen Beweis dafür aufzufassen, dass eine Regeneration verloren gegangener Teile beim Infusorium auch stattfinden könne ohne die Gegenwart eines Kerns. Bei näherer Betrachtung aber ist der Beweis doch nicht stichhaltig: im ersten Fall war ja wie gesagt ein neues Peristomfeld mit adoraler Wimperzone schon in Bildung begriffen, und der Schnitt, der dicht vor dieser Anlage

---

1) S. meinen Aufsatz: Ueber die Einflusslosigkeit des Kerns auf die Bewegung, die Ernährung und das Wachstum einzelliger Tiere Biolog. Centralblatt Bd. III. Nr. 19. 1. Dez. 1883.

2) Ich bemerke, dass bei diesem wie bei den übrigen Versuchen die Färbung immer derart vorgenommen wurde, dass über genügendes Einwirken des Farbstoffs kein Zweifel obwalten konnte, gewöhnlich wurde zur Kontrole ein kernhaltiger *Stentor* auf demselben Objektglas mitgefärbt. Uebrigens ist grade der Kern von *Stentor coeruleus* äußerst befähigt, das Pikrokarmin, das ich immer anwandte, zu absorbieren.

durchgegangen war, trennte den Stentor in zwei Hälften, die sich später auch spontan voneinander gelöst hätten; bei dem Stück mit dem ursprünglichen Peristom brauchte sich nur die Wunde zu schließen und der Körper zum zulaufenden Hinterende zusammenzutreten, bei der Hälfte aber, welche das frühere Hinterende besaß, schloss sich die Wunde auch und das Anlage begriffene Vorderende ging ruhig seinen Entwicklungsgang weiter bis zur Bildung des vollkommenen Peristomfelds und der Mundspirale. Es geht also aus dieser Beobachtung hervor, dass zur bloßen Wundheilung beim Infusorium der Kern nicht erforderlich ist, und dass sein Fehlen auch den Neubildungsprozess eines Körperteiles nicht aufheben kann, wenn der Anstoß dazu einmal gegeben ist; wir haben es dabei mit einer Bewegung zu thun, die in ihrem Gange nicht mehr aufgehalten werden kann, auch wenn das bewegende Moment entfernt wurde. Ich habe diesen Versuch in ähnlicher Weise zum öftern wiederholt und immer mit demselben Resultat.

Die zweite oben angeführte Beobachtung von der scheinbaren Regeneration kleiner, am Vorderende abgetragener Stücke ist auch nur ein Beweis für die Möglichkeit einer Wundheilung bei fehlendem Kerne. Bei diesen Abschnitten war ja immer ein Stück des alten Peristomkranzes mit abgetrennt worden und die Enden hatten sich zusammengeschlossen und so das Bild eines vollkommenen Infusoriums vorgetäuscht; bei näherer Betrachtung war aber die Vollkommenheit nur eine scheinbare, denn verlorne Teile waren nicht ersetzt worden, ein neuer Mund, wo der alte abgetrennt worden war, hatte sich nicht gebildet.

Somit war der oben angeführte Satz über das Verhältnis des Kerns zur Regeneration noch nicht umgestoßen; unwiderleglich bestätigt wurde es aber durch folgende Versuche. Schneidet man von einer größern Zahl Stentoren aufs gradewohl die hinteren Enden ab, es dem Zufall überlassend, ob man einen Kernanteil mit abtrennt oder nicht, und bringt die letzteren in ein Uhrschälchen zusammen, so befinden sie sich, wenn man sie überhaupt am Leben erhalten hat, was mir immer gelang, etwa nach 24 Stunden in verschiedenen Zuständen: ein Teil davon ist zu vollkommenen kleinen Stentoren regeneriert, bei einem andern ist die Regeneration noch nicht ganz abgeschlossen, und bei einem dritten Teil hat sich nur die Wunde geschlossen, es zeigt sich aber, obgleich der Torso, wenn ich ihn so nennen darf, vollkommen lebendig ist, keine Spur von Regeneration. Färbt man nun die verschiedenen Stücke, so zeigt sich regelmäßig, dass die ganz Regenerierten einen normalen rosenkranzförmigen Kern besitzen, die verspäteten nur ein kleineres Bruchstück eines solchen und die nicht regenerierten keine Spur eines Kernes aufweisen. Dabei kommt es durchaus nicht auf den Umfang des betreffenden Teilstückes an, denn wenn auch die Stücke, welche einen Teil des Kerns

mitbekommen haben, meistens die größeren sein werden, so habe ich doch auch zu öfteren malen solche erhalten, die kleiner waren als kernlose und damit regenerationsunfähige Teile. Man kann letztere auch längere Zeit am Leben erhalten, ohne dass sich die verloren gegangenen Teile wieder ersetzen.

Die eben erwähnten Versuche wären zwar beweisend genug, aber ich will doch noch einen erwähnen, da er ebenfalls recht lehrreich ist. Ein *Stentor* wurde in der früher angegebenen Weise in vier Stücke zerlegt und jedes des letzteren isoliert; am folgenden Tage hatten drei davon sich vollkommen regeneriert, das vierte aber, obgleich ungefähr ebenso groß als die anderen, hatte sich nicht wieder vervollkommnet; bei der Tinktion nun erwiesen sich die drei erstgenannten Stücke als kernhaltig, das vierte dagegen als kernlos. Es ist somit bewiesen, dass der Anstoß zur Neubildung verloren gegangener Teile vom Kerne ausgeht, dass ohne einen solchen die Zelle zwar eine Zeit lang fortvegetieren kann, aber keine „formgestaltende Energie" mehr besitzt. Ebenso ist es der Kern, welcher bei der spontanen Teilung das Auftreten der für die Tochterindividuen bestimmten Teile („Organula") veranlasst und deren Entwicklung in Gang setzt; ist dieselbe einmal in Fluss gebracht, so scheint seine Einwirkung aufzuhören, da der Prozess auch ohne seine Anwesenheit zu Ende geführt werden kann.

Die hohe Bedeutung, welche in neuester Zeit dem Kerne als Vermittler der Befruchtung und Vererbung zugeschrieben wird, erhält durch diese Versuche, wie mir scheint, eine wichtige, weil auf empirische Thatsachen begründete Stütze.

Ueber Sinnesorgane in den Schalen der Chitonen.

Moseley, N. N., On te presence of eyes in the shells of certain Chitonidae etc. Quatr. Journ. Mic. Sc. 1885, pg. 26 Taf. 24—26.

Im Jahre 1869 fand ich in den Schalen gewisser Chitoniden ein System eigentümlicher Kanäle, die mit stärkerem Kaliber beginnend unten vom Mantel her in die Schalstücke regelmäßig eindrangen, nach oben stiegen, sich dabei verzweigten und mit feinen Endkanälchen die Oberfläche gruppenweise durchsetzten; bevor die letzte Auflösung eintrat, zeigten die Kanäle Anschwellungen. Da ich in allen jenen Höhlungen feine Häutchen wahrzunehmen glaubte, hielt ich diese letzteren der Analogie nach für Respirationsorgane, für kiemenartige Ausstülpungen des Mantels und sprach mich in der kleinen Arbeit, die ich über diesen Gegenstand veröffentlichte, in diesem Sinne aus.

Später (1882) hat J. T. van Bemmelen unter Anwendung der mittlerweilen entstandenen modernen Technik meine Angaben bestätigt und ganz wesentlich erweitert. Es gelang ihm namentlich zu

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Biologisches Zentralblatt

Jahr/Year: 1885-1886

Band/Volume: 5

Autor(en)/Author(s): Gruber August

Artikel/Article: Ueber künstliche Teilung bei Infusorien 137-141