3) Am Schlusse unsrer Untersuchungen über die taktischen Erscheinungen in der Ontogenese angelangt, sei noch ganz besonders betont, dass ich mich nicht etwa dem Glauben hingebe, es träfen sämtliche spezielle Erörterungen das Richtige, und es wäre dabei nie über das Ziel hinausgeschossen worden. Von dem einen aber bin ich fest überzeugt, nämlich dass das Gesamtresultat auf sicherem Grunde steht: Ebenso wie freibewegliche Organismen durch äußere Agentien in ihrer Bewegungsrichtung beeinflusst werden, so reagieren auch selbständige Gewebezellen auf bestimmte Richtungsreize und ermöglichen dadurch das Zustandekommen einer ganzen Anzahl ontogenetischer Gestaltungsprozesse.

Endlich mag noch einmal erwähnt werden, dass mir es nicht etwa daran lag, sämtliche mutmaßlichen taktischen Erscheinungen in den verschiedenen Embryonalentwicklungen aufzuzählen — dies wäre eine endlose Reihe geworden —; nur die Leistungsfähigkeit der Hypothese wollte ich an einigen Beispielen darthun. Sollte mir das gelungen sein und sollte ich mich nicht auf ganz falschen Bahnen befinden, so wäre eine Hauptaufgabe der experimentellen Forschungsrichtung die, die Natur der einzelnen Richtungsreize genau zu ermitteln und eventuell auch in ihren Mechanismus tiefer einzudringen. Hierbei muss vor allen Dingen darauf geachtet werden, ob wir es bei der Zusammenlagerung einzelner Zellen mit einer Reizerscheinung oder mit einer Kapillarwirkung zu thun haben, was ja in den meisten Fällen ohne Schwierigkeit zu entscheiden sein dürfte.

(Schluss folgt.)

Die ungeschlechtliche Fortpflanzung der Turbellarien.

(Schluss.)

Dugès fand in den Behältern, worin er seine sich ungeschlechtlich vermehrenden *Planaria subtentaculata* hielt, einzelne von nur $1^1/_2$ Linie Länge und glaubte, dass dieselben unlängst aus den Eiern geschlüpfte Junge seien. Nach den soeben angeführten Beobachtungen ist es ebenso gut möglich, dass auch diese auf ungeschlechtlichem Wege entstanden waren, da *P. subtentaculata* sich im wesentlichen so wie *Polycelis cornuta* zu verhalten scheint. Bei den von Dugès untersuchten Planarien ging die Teilungsebene immer hinter der Mundöffnung durch das Tier, was er Draparnauld gegenüber hervorhebt, welcher angegeben hatte, dass dieselbe vor dem Munde das Tier durchschnitte.

Da Sekera (nach einem Referat von Braun) angibt, dass *Pl. subtentaculata* sich gelegentlich ausnahmsweise auch vor der Mundöffnung durchschnürt, so klärt sich dieser Widerspruch leicht auf,

außerdem wäre es auch noch möglich, dass bei sehr lebhafter ungeschlechtlicher Vermehrung sich bei dieser Planarie wie bei *Polycelis cornuta* so viel Stücken vom Hinterende des ursprünglichen Tieres loslösen, dass schließlich die vor dem Munde gelegene Region erreicht wird. Neuerdings wurde *P. subtentaculata* von Zacharias in einem Bache bei Hirschberg in Schlesien gefunden und die Angaben von Dugès bestätigt und ergänzt. Schon während der vor sich gehenden Einschnürung entsteht die Anlage des neuen Kopfes in Gestalt eines kleinen weißen Zäpfchens und nach Verlauf von 24 Stunden sind an demselben bereits die beiden Augenpunkte zu erkennen. Gleichzeitig damit entsteht auch ein neues Schlundrohr aus Zellen des mittleren Keimblattes.

Während an den beiden soeben erwähnten Planariden die Regeneration des neuen Kopfes und Schwanzes in der Hauptsache erst nach der Trennung der beiden Teilstücke sich vollzieht, werden an der von Kennel auf Trinidad entdeckten *Planaria fissipara* diese Körperteile bereits vor der Trennung erzeugt. In der Mitte des hinteren Zooides entsteht ein neuer Pharynx und dicht hinter der Ringfurche die Gehirnanlage. Die Ausbildung des neuen Darmabschnittes im Schwanzteil ist mit eigenartigen Resorptionsvorgängen verbunden. Bei den tricladen Turbellarien zieht bekanntlich von der Stelle aus, wo der Schlund in den Darm mündet, ein Darmschenkel nach vorn bis zum Kopf, zwei nach hinten, einer rechts, der andere links vom Schlund vorbei fast bis zur Hinterleibsspitze. Da nun bei *Planaria fissipara* die Teilungsebene wie bei den zwei bereits beschriebenen Planariden gleichfalls hinter der Mundöffnung das Tier durchschneidet, so wird zu Beginn der Regenerationsvorgänge auch die spätere Vorderhälfte des hinteren Zooides von zwei Darmschenkeln durchzogen. Der unpaare vordere Darmschenkel dieses hinteren Zooides entsteht nun nach Kennel in der Weise, dass das trennende Körperparenchym verdrängt und resorbiert wird, so dass die Lumina der beiden Darmäste zusammenfließen, während natürlich hinter der neuentstandenen Schlundanlage die beiden Darmschenkel getrennt bleiben. Der Zerfall in zwei Einzelindividuen erfolgt erst, wenn die Regenerationsvorgänge beendet sind.

Die Teilung der *P. fissipara*, welche abgesehen von der Anzahl der die Kette bildenden Zooide im wesentlichen derjenigen der Stenostomen gleicht, erscheint als ein höher ausgebildeter Zustand des bei den zwei vorher beschriebenen Planariden noch recht einfachen Vorganges. Die Regenerationsprozesse treten hier, sozusagen, verfrüht auf, indem sie dem wirklichen Trennungsakt, welcher eigentlich erst den Anstoß dazu geben sollte, beträchtlich vorauseilen. Auf der anderen Seite liegen nun auch noch Beobachtungen vor, welche die eigentümliche Vermehrungsweise in ihren allerersten Anfängen erkennen lassen. Kennel verwahrte sich in seiner oben angeführten Abhandlung

allerdings dagegen, die gleich zu beschreibenden Teilungsvorgänge, welche Bergendal bei einer Landplanaride, *Bipalium kewense*, beobachtet hat, mit der ungeschlechtlichen Vermehrung in dieselbe Gruppe der Erscheinungen zu bringen, wies aber bald nachher, im Grunde eigentlich nur noch gegen Unklarheit schaffende Verallgemeinerung protestierend und die Unterschiede betonend, in seiner Festrede „Ueber Teilung und Knospung der Tiere" (Dorpat 1888) selbst darauf hin, dass sich die ungeschlechtliche Vermehrung aus der Fähigkeit der Regeneration in einfacher Weise hervorgebildet haben könne. Die folgende Zusammenstellung einiger in der jüngsten Zeit gemachten Beobachtungen wird zeigen, dass irgend eine Kluft zwischen den auf äußere Reize eintretenden Zerschnürungen und den einfachen Teilungsvorgängen von *Polycelis cornuta* und *Planaria subtentaculata* in Wirklichkeit nicht besteht, und dass man Keller beipflichten muss, wenn er sagt: „Auch andere Planarien, sowie *Lumbriculus*, Seesterne u. s. w. teilen sich so, ohne krankhafte Zustände als Ursache der Teilung aufzuweisen. Es ist klar, dass die hilflosen Zooide, die hierbei entstehen, gegenüber einer durch Teilung erzeugten jungen *Planaria fissipara* sehr im Nachteil sind, dessen ungeachtet ist auch diese unvollkommene Art der Teilung für eine spontane Fortpflanzung zu halten".

Die von Bergendal im Orchideenhause des botanischen Gartens zu Berlin gefundenen Bipalien waren ohne irgendwelche einleitende histologischen Vorgänge, nach Bergendal's Vermutung höchst wahrscheinlich ganz von selbst in zwei oder mehrere Stücke zerfallen, welche alle zu neuen ganzen Individuen sich zu regenerieren im Begriff waren oder dies bereits gethan hatten. Auf gröbere Verletzungen, wie z. B. das Abschneiden des vorderen Körperendes reagierten die Tiere dadurch, dass sie sich in zwei oder mehrere Stücke zerschnürten. Daher ist Kennel geneigt anzunehmen, dass auch in der freien Natur bei *Bipalium* Teilungen von selbst nicht eintreten, wenn nicht das Tier durch irgend eine schmerzhafte Verletzung, etwa durch den Biss eines Arthropoden veranlasst wird, seine Ringmuskeln ganz gewaltsam zu kontrahieren. Dies ist freilich vorderhand nicht zu entscheiden, aber wenn es, wie wir gleich sehen werden, möglich ist, gewisse Süßwasserplanarien schon durch reichliche Fütterung zu veranlassen, sich von selbst zu teilen, so wird man wenigstens so viel ohne weiteres zugeben, dass bei manchen Turbellarienarten auch die gesunden Tiere eine große Disposition zur Selbstteilung besitzen, infolge deren auch auf schwächere Reize hin sogleich die den Teilungsprozess einleitenden Vorgänge ausgelöst werden.

Sekera machte bei *Planaria albissima* die Beobachtung, dass sich noch nicht geschlechtsreife Individuen bei Ueberfluss an Nahrung nicht selten teilen. Die Teilungsebene schneidet ziemlich weit vor der Mundöffnung, dicht vor der Stelle, wo der Pharynx in den Darm

übergeht, durch das Tier, und das Schlundrohr geht daher bei der Durchschnürung regelmäßig verloren, indem es sich an seine Basis vom Darm ablöst und vom Schwanzteil ausgeworfen wird. Von den beiden Teilstücken starben die Schwanzteile öfters ab, während die Kopfteile sich stets regenerierten und in dem entstehenden hinteren Körperabschnitt einen neuen Schlund bildeten.

Ganz ähnliche Beobachtungen hatte ich vor kurzem Gelegenheit, an *Planaria alpina* zu machen, doch waren es in diesem Falle nicht Exemplare, welche die Geschlechtsreife noch nicht erlangt hatten, sondern völlig erwachsene Tiere mit ausgebildeten Geschlechtsorganen, von denen die äußere Mündung deutlich zu erkennen war. Auch hier gab reichliche Fütterung die Veranlassung zur Zerschnürung. Die beiden Exemplare, um welche es sich handelt, waren bis zur Teilung durchaus frisch und von normalem Aussehen, so dass von krankhaften Erscheinungen nicht wohl die Rede sein kann. Sie befinden sich nebst etwa zwanzig anderen schon seit dem 9. August 1893, also seit etwas mehr als Jahresfrist in meiner Pflege und hatten mit den übrigen die stattliche Größe von ungefähr 15 mm erreicht. Im Verlauf des Winters wurden von den Planarien auch eine Anzahl Kokons abgelegt, ein Zeichen, dass die ihnen gebotenen Verhältnisse ihren natürlichen Existenzbedingungen gut entsprechen. Am 23. Juli d. Js. nun fand ich ein Exemplar ohne Kopf; dieser war ungefähr $1^1/_2$ mm hinter den Augen abgeschnürt und kroch für sich munter an der Glaswand herum. Er lebte etwas über eine Woche, dann aber ging er zu Grunde. Der Rumpf blieb am Leben und ist gegenwärtig (nach vier Wochen) dabei, einen neuen Kopf zu bilden. Die beiden Teile des anderen Exemplares wurden am 8. August gefunden; hier lag die Teilungsebene etwas weiter hinten, 1 mm vor der Mundöffnung. Die Durchschnürungsfläche war nicht gerade abgeschnitten, sondern unregelmäßig zerrissen und am Schwanzteil besonders hingen noch einige Hautfetzen, die in den nächsten Tagen abgestoßen wurden. Die Wundfläche beider Teile vernarbte schnell und am 15. August war die weiter vorgeschrittene Regeneration in Form eines weißen Zellpolsters zu erkennen. Doch ging der Schwanzteil am 18. August zu Grunde, während der Kopfteil am Leben blieb. Solche durchgeschnürte Tiere in mehr oder minder vorgeschrittener Regeneration habe ich hin und wieder auch im Freien gefunden, auch von Exemplaren, bei denen die Trennungsebene nicht vor, sondern hinter dem Munde hindurchgegangen war. Früher habe ich dergleichen für Teile von Tieren gehalten, welche durch Insektenbiss oder auf andere Weise verstümmelt worden waren, denn gerade die Teilstücke vor der Mundöffnung durchschnittener Tiere schienen mir darauf hinzudeuten, dass keine Selbstzerschnürung vorliege, da in den Fällen normaler ungeschlechtlicher Vermehrung die Teilungsebene hinter dem Munde liegt. Ich kann auch jetzt, nachdem ich die Tei-

lung im Aquarium vor sich gehen gesehen habe, diese Zerschnürung, in Uebereinstimmung mit Kennel, nicht als einen normalen ungeschlechtlichen Vermehrungsakt bezeichnen, das heißt als einen solchen, dem jedes Individuum unterworfen ist, sondern glaube, dass nur eine beschränkte Anzahl die Teilung an sich vornimmt[1]). Aber ich möchte auch einen Vorgang, welcher auf so leichten Reiz ausgelöst wird, nicht unter die krankhaften Erscheinungen rechnen, in dem gleichen Sinne, wie man das Abwerfen des Schwanzes bei den Eidechsen nicht als pathologisch bezeichnen wird, da er auf einer in der Organisation des gesunden Tieres begründeten Einrichtung beruht. Ich hebe ausdrücklich hervor, dass in den von mir beobachteten beiden Fällen außer der reichlich aufgenommenen Nahrung irgendwelcher anderer wahrnehmbarer Anlass für die Zerschnürung nicht vorhanden war, da die Tiere nicht die geringste Störung erfahren hatten, sondern immer noch unter den gleichen Verhältnissen lebten, welche das ganze Jahr hindurch obgewaltet hatten. Die Planarien befanden sich ganz allein in ihrem gut verdeckten Behälter, und auch der stets mit Vorsicht vorgenommene Wechsel des Wassers kann nicht den Anstoß gegeben haben, da derselbe in beiden Fällen eine längere Reihe von Tagen vor der Teilung stattgefunden hatte.

Die Planariden sind beim Fressen außerordentlich gierig und Exemplare, deren Darm ganz gefüllt ist, saugen häufig von neuem, sobald ihnen wieder frisches Futter geboten wird. Wenn man *P. alpina* beim Fressen beobachtet, so kann man gelegentlich bemerken, dass Tiere, welche eine zu reichliche Mahlzeit zu sich genommen haben, den Inhalt des Darmes nicht durch den Schlund wieder entleeren, sondern dass unter dem Einfluss der starken Kontraktionen des Körpers, welche die aufgenommene Nahrung in die Blindsäcke der Darmschenkel zu verteilen suchen, gelegentlich die Haut platzt und ein Teil des Darminhaltes sich in Form einer kleinen Wolke in das umgebende Wasser ergießt. Die Wunde schließt sich und heilt bald wieder zu, mitunter einen hellen, dunkel umrandeten Fleck hinterlassend. Auch an frisch gefangenen Tieren sah ich ein paarmal solche Flecken, die möglicherweise den gleichen Ursprung hatten.

Die Teilungserscheinungen der *P. alpina* in der freien Natur bedürfen noch weiterer eingehender Untersuchung, denn nach kurzen Angaben von Zschokke und Borelli zu schließen, scheint in den Gewässern der Alpen die Zerschnürung viel häufiger stattzufinden als bei den im Siebengebirge und Taunus vorkommenden, deren Lebens-

1) Es empfiehlt sich, Kennel's praktischen Vorschlag anzunehmen, dass man die nur auf bestimmte Reize hin bei einzelnen Individuen vorkommende Zerschnürung als Augmentation bezeichnen solle, um sie von der normal bei allen Individuen einer Species eintretenden Vermehrung durch Teilung oder der Divisio zu unterscheiden.

weise eingehend zu studieren ich in den letzten Jahren Gelegenheit gehabt habe.

Um zum Schluss kurz zusammenzufassen, so haben wir die Erscheinungen, welche wir an *Planaria alpina*, *P. albissima* und *Bipalium kewense* wahrnehmen, als eine Vorstufe zu der regelmäßigen ungeschlechtlichen Fortpflanzung durch Teilung zu betrachten, welche bei *Polycelis cornuta* und *Planaria subtentaculata* auftritt; diese aber bilden wieder die Uebergangsstufe zu den komplizierten, mit vorbereitenden Regenerations- und Resorptionsprozessen verbundenen Verhältnissen der *Planaria fissipara*. Es liegt also hier eine ganz interessante Reihe vor, welche uns die einzelnen Stadien noch vor Augen führt, die nach der allgemeinen Ansicht über die phylogenetische Entstehung dieser ungeschlechtlichen Fortpflanzungsart von den Vorfahren der *Planaria fissipara* durchlaufen worden sind, denn man führt, wie oben näher auseinandergesetzt wurde, jetzt die Teilungsvorgänge direkt auf die Regenerationserscheinungen zurück, welche an verletzten Tieren auftreten. Als Grundbedingung finden wir bei sämtlichen Turbellarien ein außerordentlich großes Reproduktionsvermögen entwickelt, welches im stande ist, selbst die wichtigsten Organe neu zu bilden und Körperstücke, die viel größer sind, als der isolierte Teil, wieder zu ergänzen. Bei *Planaria alpina*, *P. albissima* und *Bipalium kewense* (gelegentlich auch bei *Planaria polychroa* und, neben der normalen ungeschlechtlichen Fortpflanzung fortbestehend, auch bei *P. subtentaculata*) haben wir den ersten Schritt zur ungeschlechtlichen Vermehrung: ohne irgendwelche vorbereitende Vorgänge schnürt sich der Körper durch und die Teilstücke regenerieren sich wie künstlich mit Messer oder Scheere abgeschnittene Stücke. Die Teilungsebene ist bei *P. alpina* und *Bip. kewense* noch nicht auf eine bestimmte Körperregion fixiert, sondern schneidet bald vor, bald hinter der Mundöffnung durch, bei *P. albissima* aber scheint sie schon festgelegt zu sein und stets dicht vor der Stelle aufzutreten, wo der Schlund in den Darm übergeht[1]). Der ganze Vorgang der Teilung ist bei allen dreien noch nicht zu einem regelmäßig wiederkehrenden Fortpflanzungsakt geworden, sondern tritt nur bei bestimmten Veranlassungen ein, aber doch bei *Planaria alpina* und *Bipalium kewense* so häufig, dass eine immerhin merkliche Vermehrung der Individuenzahl dadurch stattfindet. Die nächste Stufe zeigt uns *Polycelis cornuta*. Hier ist die Teilungsebene in eine bestimmte, hinter der Mundöffnung gelegene Zone verlegt und die Teilung zu einer normal bei allen Individuen auftretenden Fortpflanzungsart geworden. Die die äußere Körpergestalt wiederherstellenden Regenerationsvor-

1) Der Wortlaut des böhmisch geschriebenen Aufsatzes von Sekera ist mir leider wegen Unkenntnis der Sprache nicht verständlich und musste ich mich an die Abbildungen und ein Referat Braun's im Archiv für Naturgeschichte halten.

gänge treten hier erst nach der Trennung auf, im Inneren aber ist die Ausbildung des Schlundes bereits vor der Trennung mehr oder minder weit vorgeschritten. *Planaria subtentaculata* führt uns einen kleinen Schritt weiter, indem bei ihr nach Zacharias der neue Kopf an dem sich eben abtrennenden Schwanzteil bereits in seinen ersten Anfängen angelegt ist. Das Schlussglied bildet *Planaria fissipara*, bei welcher alle Organe fertig ausgebildet sind, ehe die Trennung sich vollzieht.

Da die ungeschlechtliche Vermehrung der Turbellarien auf einer Eigenschaft beruht, welche allen Mitgliedern dieser Ordnung zukommt, so vertritt Kennel die wohlbegründete Ansicht, dass die Fähigkeit sich zu teilen, bei den einzelnen Arten selbständig und unabhängig von den anderen sich ausgebildet hat und nicht durch nähere verwandtschaftliche Beziehungen der Vorfahren von einer der sich jetzt durch Teilung fortpflanzenden Arten auf die andere übertragen worden ist. **Voigt** (Bonn).

Einige neuere Arbeiten über die Verdauung bei Infusorien und Plasmodien.

Von **R. v. Lendenfeld** in Czernowitz.

[1] M. Greenwood, On the Constitution and mode of formation of food vacuoles in *Infusoria*, as illustrated by the history of the processes of digestion in *Carchesium polypinum* (Abstract). Proceedings of the Royal Society of London, Bd. 54, p. 466—472.

[2] M. Greenwood, On the Constitution and mode of formation of „Food Vacuoles" in *Infusoria*, as illustrated by the history of the processes of digestion in *Carchesium polypinum*. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Bd. 185, p. 355—383, mit 1 Tafel.

[3] M. Greenwood und E. R. Saunders, On the rôle of acid in protozoan digestion. Journal of Physiology, Bd. 16, pag. 441—467, mit 1 Tafel.

[1] ist eine vorläufige Mitteilung von [2]. In [2] wird das Schicksal der von *Carchesium* aufgenommenen Nahrung und ihr Weg durch den Körper des Infusors beschrieben. [3] behandelt die Frage nach der Reaktion der Flüssigkeit in den Nahrungsvakuolen von *Carchesium* und von einigen Plasmodien.

Zu Beobachtungen über die Verarbeitung der aufgenommenen Nahrung eignet sich *Carchesium* trotz der häufigen und starken Stielkontraktionen wegen seiner Durchsichtigkeit besonders gut.

Die Carchesien wurden im hängenden Tropfen beobachtet und mit Tusche, Karmin, schwefelsaurem Alizarin, feinverteiltem Eiweiß, Milch etc. gefüttert. Die Wimperbewegung strudelt die im umgebenden

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Biologisches Zentralblatt

Jahr/Year: 1894

Band/Volume: 14

Autor(en)/Author(s): Voigt

Artikel/Article: Die ungeschlechtliche Fortpflanzung der Turbellarien. 771-777