

Über das Überleben von Teilen.

Beiträge zur Individualitätsfrage.

Von

Eugen Schultz.

(Zoologisches Institut der Hochschule für Frauen, St. Petersburg.)

Mit 5 Figuren im Text.

Eingegangen am 30. Mai 1912.

Die Aufgabe, die ich mir in der vorliegenden Versuchsreihe gestellt habe, bestand darin, das Überleben von Gewebekomplexen zu studieren, nicht das Überleben einer isolierten Gewebeart, sondern von Gewebegruppen, die gerade in einem gewissen Organe oder Teile eines Tieres vereint sind. Mich interessierten die Fälle, wo eine Regeneration ausgeschlossen war. Abgesehen von morphologischen und physiologischen Nebenresultaten, die sich bei solchen Untersuchungen ergeben können und auch wirklich ergeben haben, d. h. von Resultaten, die ein Licht bald auf die normale Struktur des betreffenden Organs, bald auf seine Funktion werfen, waren es zwei Gesichtspunkte, die ich vor allem im Auge hatte: Erstens, ob ein »Kampf der Teile« zwischen den amputierten Geweben vor sich geht, ob überhaupt eine feste Reihenfolge im Schwunde der Zellarten beobachtet werden kann, was wichtig für die Auffassung der inneren Zweckmäßigkeit ist, und zweitens, ob eine Regulation auch in abgetrennten Körperteilen vor sich geht, wenn Regeneration ausgeschlossen ist. Beides ist wichtig für die Entelechiefrage. Wir können überhaupt zu der Frage kommen, ob nicht regenerations- und nicht regulationsfähige Körperteile, die nach DRIESCHS Terminologie keine »Entelechie« mehr aufweisen, noch als Ganzes, als lebend aufgefaßt werden können; oder ob nur die einzelnen Zellen ihre Selbst-

erhaltungsfähigkeit und Regulationsfähigkeit, also ihre sog. Entelechien, bewahren und deswegen das betreffende Stück noch am Leben halten; denn Entelechie¹⁾ und Individualität ist mehr als die »Summe« der einzelnen Zellindividualitäten.

Der abgetrennte Rüssel von *Balanoglossus* besteht aus folgenden Organen: dem äußeren Körperepithel mit dem in demselben gelagerten Nervensystem, den die Eichelhöhle ausfüllenden Muskeln und Bindegewebe, dem Eicheldarm, dem Herzen oder Pericard, dem centralen Sinus, den Cölomhöhlen mit ihrer Auskleidung.

Der abgetrennte Rüssel verliert die Fähigkeit spontaner Bewegung, bei jeder Berührung aber vollführt er Kontraktionen, die wellenförmig von der Spitze zu der Basis verlaufen. Jeder Reiz löst die gleiche volle Wirkung aus. Es ist das Alles oder Nichts-Gesetz von BOWDITCH und hat hier der Rüssel von *Ptychodera* einige Ähnlichkeit mit den Kontraktionen des Herzens. Der Verlust der Spontaneität der Bewegung ist typisch für das Verhalten abgetrennter, nicht regulations- und regenerationsfähiger Körperteile. Wenn ein Hindernis in den Weg gelegt wird, wird dieses nicht, wie bei dem mit dem ganzen Körper verbundenen Rüssel umgangen, sondern der Rüssel bewegt sich, wenn möglich, über das Hindernis hinweg, kann er es nicht, so bleibt die Bewegung stehen.

Meine Untersuchungen wurden an *Ptychodera minuta* ausgeführt. Das Körperepithel besteht, wie bei allen Enteropneusta-Arten, aus 1) bewimperten Deckzellen, 2) Schleimzellen, 3) Eiweißzellen, 4) den Nervenlagern und 5) dem Körnerhaufen. Ich konnte nach 41 Tagen keinen verhältnismäßig bedeutenderen Schwund irgend einer dieser Zellenarten vor den andern bemerken.

Nach dem Durchschneiden schließt sich das Ectoderm um die Wunde und macht damit die Eichel zu einer rings geschlossenen

¹⁾ Anmerk. des Herausgebers. Der Herr Autor verwendet das Wort **Entelechie** hier im Wesentlichen als eine kurze Bezeichnung für das centralisierte typische Gestaltungsvermögen und für das gestaltende Regulationsvermögen, nach dessen Sitz er sucht. In dieser beschränkten Weise ist der Terminus vielleicht ohne Nachteil in der exakten Naturforschung anwendbar. Im vollen Sinne der Auffassung DRIESCHS aber steht die Entelechie über der materiellen Organisation der Lebewesen, sie souverän beherrschend, sie teleologisch lenkend. In diesem Sinne ist der Hilfsbegriff für die »exakte Forschung« nicht brauchbar. Auch entspricht seine Anwendung in dieser wohl nicht DRIESCHS eigener Auffassung (vgl. »Die Biologie.« 2. Aufl. 1911. S. 24).

W. Roux.

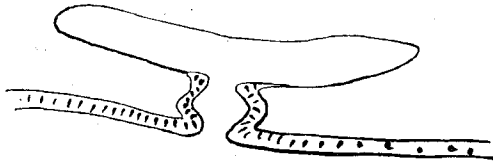
Blase, die nur durch die Eichelpforte mit der Außenwelt kommuniziert. Der Turgor in dieser Blase ist ziemlich bedeutend und die Eichel behält ein pralles Aussehen.

Der centrale Teil des Nervenringes, welcher die Basis der Eichel umgibt, wird durch den Schnitt und den darauffolgenden Verschluß der Wunde so genähert, daß dieser Ring zu einer Nervenplatte wird, die aber natürlich ihren radialen inneren Bau beibehält. Ist der Schnitt weiter nach hinten geführt, so bleibt natürlich die Ringgestalt des Nerven erhalten.

Nach 41 Tagen scheint das Nervensystem nicht weiter angegriffen worden zu sein. Dieses Resultat war zu erwarten, da wir die direkte Widerstandsfähigkeit des Nervensystems als sehr bedeutend kennen.

Der Eicheldarm, die sog. Chorda, bleibt meist als geschlossene Blase in der Eichel zurück. In andern Fällen öffnet sich der Eichel-

Fig. 1.



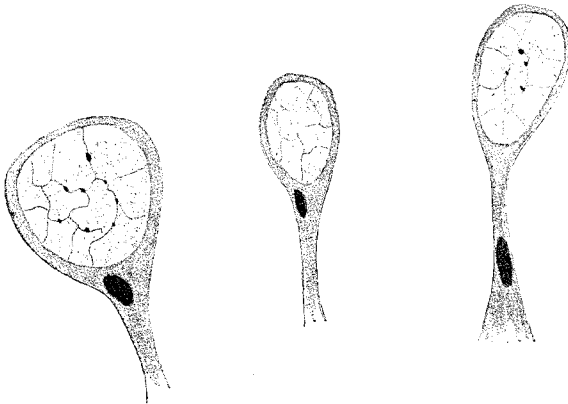
darm mit einer neuen Öffnung vorn und ventral nach außen. Das hintere, durchschnittene Ende bleibt in manchen Fällen mit dem Ectoderm an der Durchschnittsstelle verbunden. Die neugebildete Öffnung am vorderen Ende des Eicheldarmes ist kein einfacher, zufälliger Durchbruch nach außen, wie ich ihn selbst in einigen Fällen der Restitution beim Darne von *Clavellina* beobachtete, sondern das äußere Körperepithel hat sich auch eingestülpt und ist dem Eicheldarm entgegen gewachsen, denn die Ectodermzellen ragen ein Stück ins Darm-lumen hinein (Fig. 1). Hierbei ist es nicht unwichtig, sich einer Beobachtung K. DAVYDOFFS zu erinnern, der bei Regeneration der Eichel von *Balanoglossus* manchmal einen vorderen Durchbruch des Eicheldarmes nach außen fand. Diese Erscheinung erklärt DAVYDOFF als Atavismus und sieht in ihr eine Andeutung darauf, daß die Mundöffnung einst weit vorn lag und die jetzige Mundöffnung nur eine sekundäre Bildung ist. Besondere Gründe für diese Ansicht sehe ich nicht und ist es möglich, daß die neue Öffnung rein teratologisch aufzufassen ist, indem vielleicht die Berührung durch den Eicheldarm das Ecto-

derm zur Einstülpung reizt. Vielleicht ist überhaupt jeder Ectodermteil imstande, ein Stomodaeum zu bilden, wie Ähnliches für die Linsenregeneration gilt.

Auf späteren Stadien ist bei einigen Exemplaren der Eicheldarm zu vollständigem Schwunde gelangt. Die Beobachtungen am überlebenden *Balanoglossus*-Rüssel werfen ein Licht auf die histologisch-physiologischen Verhältnisse dieses geheimnisvollen Organs.

Was den Bau des Eicheldarmes gleich nach der Durchschneidung betrifft, also den Bau des normalen Organs, so entspricht er der Beschreibung, die SPENGLER von ihm gegeben hat, d. h. wir haben ein Zellenlager, dessen Kerne in verschiedener Höhe liegen und deswegen,

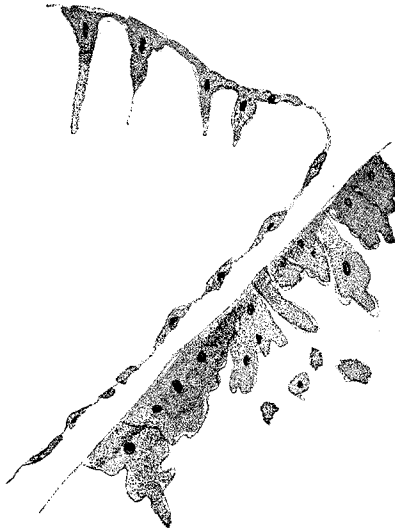
Fig. 2.



besonders da sie blasig aufgetrieben sind, ein Chordagewebe vortäuschen. Diese Zellen weisen stellenweise eine Secretion auf, die sich ins Darmlumen ergießt (Fig. 2). Auf späteren Stadien der Rückbildung sieht man zerstörte Zellenmassen mit noch unverdauten Kernresten im Innern des Eicheldarmes liegen. Das Protoplasma ist oft schon fast vollständig geschwunden und nur die Kernreste bleiben zurück. Auf manchen Präparaten sieht man deutlich zerfallende Darmepithelzellen in das Darmlumen sich entleeren. Das Faktum, daß eine Secretion und Verdauung in dem Eicheldarme vor sich geht, nimmt dieser so genannten Chorda alle Chordacharaktere. Die Secretion ist stellenweise sehr stark, die Secrete in den Zellen erscheinen als Blasen, von Zellplasma umgeben. Die Secernierung dauerte auch noch nach dem 41. Tage nach der Abtrennung des Köpfchens fort.

Da also die Zellen der sogenannten Chorda, wie schon SPENGL bewiesen hat, epithelial bleiben, und da sie, wie ich eben beschrieb, Flüssigkeit secernieren, welche augenscheinlich verdauungsfähig ist, so scheint sich der Eicheldarm physiologisch noch nicht von dem übrigen Darne gesondert zu haben und jedenfalls keinen bedeutenden Funktionswechsel eingegangen zu sein. Ich erwähne noch, daß nach K. DAVYDOFF die Regeneration des Eicheldarmes vom Darne aus geschieht und daß der Eicheldarm dabei sich anfänglich histologisch nicht vom eigentlichen Darne unterscheidet.

Fig. 3.



SPENGL tritt selbst gegen die Homologisierung des Eicheldarmes mit der Chorda auf, meint aber anderseits, daß der Eicheldarm wohl schwerlich als Verdauungsapparat funktioniert. Meine Beobachtungen haben mich das Gegenteil gelehrt und bestärken daher noch mehr die Ansicht, daß sich Eicheldarm und Chorda wohl kaum homolog sind. Der Name Notochord, der von BATESON (1884) stammt, muß deswegen wohl endgültig fallen gelassen werden, da ja auch die Struktur unsrer Drüsenzellen nichts mit der Chordastruktur zu tun hat. Ob ein ähnliches verdauendes und secernierendes Darm-

divertikel durch Funktionswechsel zur Chorda werden kann, ist eine andre Frage, für die aber kein einziges Faktum außer bodenlose phylogenetische Spekulation spricht.

Was das sogenannte »Herz« betrifft, welches wohl am besten, wie es DELAGE und HÉROUARD (1898), WILLEY (1899), RITTER (1902), DAVYDOFF (1902) getan haben, mit dem Pericardium der Tunicaten zu homologisieren ist, so bleibt es als geschlossene Blase, schwindet aber zuletzt doch vollständig.

Der centrale Sinus und der Glomerulus erleiden bemerkenswerte Veränderungen. Der Centralsinus scheint zusammenzufallen, vielleicht weil die regelmäßige Blutcirculation nach der Abtrennung

nicht mehr aufrecht zu erhalten ist. Der Glomerulus aber beginnt stark zu wuchern, so daß er sich über den ganzen Centralsinus erstreckt. Nach den Bildern, die ich zu Gesicht bekam, muß ich annehmen, daß der Glomerulus ein Excretionsorgan ist, und zwar sehen wir dort, wo sich die Zipfel des Glomerulus an das Cöllothel anlegen, am letzteren Bläschen in die Cölomhöhle ausgeschieden werden (Fig. 3). Auch hier also dient die Cölomhöhle als Excretbehälter. Den Glomerulus sehen wir mit Körnern, die wahrscheinlich Excretkörner sind, erfüllt. Sehen wir in ihm ein Excretionsorgan, so wird uns die Wucherung dieses Organs durch den Massenerfall anderer Gewebe begreiflich. Wir hätten einen Fall funktioneller Hypertrophie. Oft bedeckt ein Glomerulus den ganzen Eicheldarm. DAVYDOFF hat auch Fälle beschrieben, wo der Glomerulus fast die Hälfte der Rüsselhöhle einnimmt. Er sucht es durch den übermäßigen Blutdruck zu erklären, aber wie W. ROUX (s. Lit. OPPEL) nachgewiesen hat, ist der Blutdruck nicht die Ursache der Hypertrophie des Blutgefäßsystems, die wahre Ursache ist die Funktion der zu versorgenden Gewebeteile. Bei unsrer Annahme, daß wir es mit einem Excretionssystem zu tun haben, wird die Hypertrophie verständlich.

Daß der Glomerulus ein Excretionsorgan ist, erkannte schon BATESON. SPENGLER vergleicht den Glomerulus mit den MALPIGHISCHEN Gefäßen. Die Cölomhöhle wäre dann ein Harnreservoir, was gut in die Nephrocöltheorie paßt.

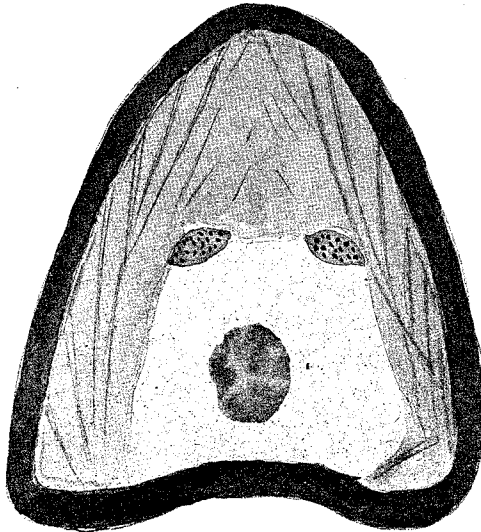
Das Cölom erleidet keine besonderen Veränderungen, doch will ich einige Punkte hier hervorheben, die morphologisches Interesse haben und beim Überleben besonders klar hervortreten. Durch die starke excretorische Tätigkeit des Glomerulus weist auch das ihm gegenüberliegende Cöllothel Excretkörper auf. Die Zellen sind nach der Cölomhöhle hin zackig und zerfressen, die Cölomhöhlen sind mit Zerfallprodukten erfüllt. Man sieht, wie diese Zellen Secretballen in das Cölom, welches hier so recht zu einem Harnreservoir wird, absondern. Schon SCHIMKEWITSCH verglich den Glomerulus mit den Pericardialdrüsen der Anneliden und hielt sie für Excretionsorgane. Der Glomerulus hat eben denselben Bau, wie alle ähnlichen Excretionsorgane: Ausstülpungen des Blutgefäßsystems von Cöllothel umwachsen. Das Excretionsorgan der Enteropneusten hat somit denselben Charakter, wie die Pericardialdrüsen der Anneliden, die Excretionsorgane der Nemertinen und alle jene Excretionsorgane der Vertebraten, wo der Glomerulus mit Cölomteilen in Verbindung tritt; d. h. wir haben ein Aneinanderlegen von Blutgefäß und Cölom bzw.

Excretionskanal (Nemertinen), wobei die Excretionsflüssigkeit durch die doppelte Wand filtriert wird.

Meine Beobachtung und mein Schluß, daß wir es hier mit einem Excretionsorgan zu tun haben, ist natürlich nicht endgültig beweisend, solange die Excretflüssigkeit nicht chemisch untersucht ist und keine Injektionen gemacht worden sind. Beim allgemeinen Schwunde aller Organe schwindet zuletzt auch der Glomerulus.

Was den Porus betrifft, so bleibt er erhalten, aber es finden sich auch mitunter zwei Pori, die aber in einen gemeinsamen Vorhof

Fig. 4.



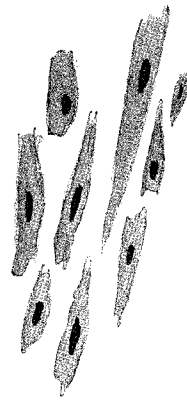
münden. Ob dieses aber eine Neubildung ist, oder schon von Anfang an bei dem betreffenden Exemplare zwei Pori vorlagen, ist nicht zu entscheiden. Ich weise nur darauf hin, daß bei manchen Arten immer zwei Pori vorhanden sind (*Bal. Kupfferi* und *Bal. canadensis*). Auch bei unsrer *Pt. minuta* hat SPENGLER ausnahmsweise Exemplare mit zwei Pori gefunden.

Daneben habe ich einen Fall beobachtet, wo ein Porus ganz fehlte. Ich erkläre ihn dadurch, daß der Schnitt vor dem Porus geführt worden war. Wir hatten hier also ein organisiertes Gebilde, welches sich kontrahierte und lebte, bei welchem aber alle direkten Kommunikationen zwischen den inneren Organen und der Außenwelt fehlten.

Nach 40 Tagen bleibt von allen genannten Organen, die das Centrum des Rüssels einnehmen, nichts übrig als ein Zellenhaufen, in welchem es schwer wird, die Gewebe der einzelnen Organe auseinander zu halten.

Das Muskelsystem ist nach 40 Tagen stark reduziert, nur wenige Muskelbündel sind zurückgeblieben. Die innere Eichelhöhle ist dadurch ungemein groß geworden. Das Bindegewebe schwindet in gleichem Schritte. Infolge des Schwundes des Bindegewebes liegen die Muskelbündel nur sehr locker miteinander verbunden. In einem Falle, nach 40 Tagen, als in der Eichel alle Organe eingeschmolzen waren, zeigte das Muskelsystem beiderseits je einen ganz symmetrisch gelagerten Wucherungsherd (Fig. 4). Bei genauerer Untersuchung erweist es sich, daß diese Wucherung aus spindelförmigen Zellen besteht, d. h. aus jungen Muskelzellen (Fig. 5). Die Bilder sind denen ähnlich, die DAVYDOFF für das Muskelgewebe bildende Cölom des regenerierenden Rüssels gegeben hat. Demnach müssen wir annehmen, daß im Rüssel, der schon 40 Tage abgetrennt war, innere Regenerationsprozesse ausgelöst werden können. Aus welchen Teilen die Muskeln regenerieren, ist schwer zu bestimmen, doch scheinen es dedifferenzierte Muskelzellen zu sein.

Fig. 5.



Sehen wir von den oben geschilderten, rein morphologischen Ergebnissen, die die Bedeutung der »Chorda« und des Glomerulus betreffen, ab und lenken wir unsre ganze Aufmerksamkeit auf die Frage, um derentwillen wir die ganze Untersuchung unternommen haben, so läßt sie sich nicht so leicht präzisieren.

Wir haben durch Amputation einen Teilorganismus geschaffen, dem einige Funktionen fehlen, andre äußerst erschwert sind, einen Organismus, ähnlich jenen Gliedern, die sich EMPEDOKLES vorstellte als einzeln irrend und Verbindung suchend. Zur Charakteristik des Lebens gehört Bewegung, Assimilation, Regulationsfähigkeit, Psyche und Vermehrung. Wir können von einem Wesen, das als ein lebendes anerkannt werden will, verlangen, daß es diesen Bedingungen entspricht. Die Vermehrung könnten wir von dieser Definition aus-

schließen, weil ein lebendes Wesen mit allen seinen Eigentümlichkeiten gut denkbar ist, dem die Vermehrungsfähigkeit abgeht. Das Psychische wiederum ist nicht objektiv erkennbar. Es bleiben die drei: Bewegung, Assimilation, Regulation. Von diesen drei Merkmalen haben unsre *Balanoglossus*-Rüssel die Bewegung und Assimilation behalten. Was die Assimilation betrifft, so ist von einer Nahrungsaufnahme von außen nicht die Rede, selbst wenn wir den Eicheldarm als verdauendes Organ ansehen; dafür aber haben wir eine Degeneration von Zellen, deren Eiweiß von andern Zellen, wie z. B. wahrscheinlich von den Zellen des Eicheldarmes, verarbeitet wird. Unser Rüssel verhält sich so, als ob er in einen akuten Hungerzustand versetzt wäre.

Was nun die Regulationsfähigkeit betrifft, so konnte ich nur Spuren von ihr entdecken. Vor allem fehlt die charakteristischste Regulationserscheinung — die Regeneration des Ganzen aus dem Teile — vollständig. Es treten dagegen einige innere Regenerationsprozesse auf: so legt sich ein neues Muskelsystem an, und eine neue, auf regenerativem Wege gebildete vordere Öffnung des Eicheldarmes wird manchmal gebildet. Beide Prozesse scheinen aber nichts Regulatorisches an sich zu haben, da die Bildung einer vorderen Öffnung des Eicheldarmes ein teratologisches Resultat ergibt und der Beginn einer Restitution des Muskelsystems nur als durch irgend einen Reiz zufällig hervorgerufen angesehen werden kann, da er nichts »Praktisches« ergibt. Es hat ja selbstverständlich keinen Nutzen, daß Gewebe zuerst eingeschmolzen werden, wie das hier unverletzte Muskelsystem, um nachher wieder zu regenerieren, ohne daß der Organismus irgend eine Nahrungszufuhr erhalten hat. — Was endlich die Reihenfolge des Schwundes der Gewebe betrifft, so scheint derselbe hier nicht nach dem Grade der Notwendigkeit vor sich zu gehen, wie beim Hunger des ganzen Tieres.

Wollte ich versuchen, meine Resultate kurz zusammenzufassen, so würde ich sagen, daß wir im überlebenden *Balanoglossus*-Rüssel etwas Lebendiges haben, dem die Individualität genommen ist, denn Individualität sollte sich vor allem in der Spontaneität und Regulationsfähigkeit äußern. Spontaneität fehlt aber sowohl in Bewegung, als Morphogenese, Regulationsfähigkeit sowohl in der Reihenfolge des Zerfalls, als auch in den eventuellen Regenerationsprozessen.

Ich möchte hier auf eine auf den ersten Blick fern liegende Analogie hinweisen, die aber nach meiner Meinung viel mehr ist als eine Analogie, weil sie dasselbe Verhältnis zwischen Teil und Ganzem

behandelt und dabei von rein physiologischem Standpunkte zu ähnlichen Resultaten kommt wie wir. Ich meine die höchst interessanten Experimente PALADINS u. a. über die Fortsetzung chemischer Assimilationsprozesse nach Zerstörung der Zelle als solcher. In diesen Fällen setzen die Teile ihre Arbeit fort, aber die Prozesse werden unkoordiniert und verlieren alle Finalität. Die Entelechie der Zelle ist verloren gegangen und das Ganze ist nicht mehr als die Summe der einzelnen Prozesse, d. h. existiert nicht mehr als solches.

Ganz Ähnliches sehen wir beim Überleben nicht regenerationsfähiger Teile. Sie setzen ihre Arbeit und ihr morphologisches Schaffen ohne Direktive fort. Dem abgetrennten Stücke fehlt eine eigne Entelechie, die das ganze abgetrennte Gebilde als Individualität umfaßt.

Das Experiment der Abtrennung ist deswegen als analytisches Experiment nicht ohne Interesse, weil es beweist, wie weit die Selbständigkeit bzw. die Selbstdifferenzierungsfähigkeit der einzelnen Bruchteile in jedem gegebenen Falle gehen kann.

In einigen Fällen, wie wir gleich bei den Actiniententakeln sehen werden, fehlt jede Restitutions- und Regulationsarbeit; desgleichen bei den Mesenterialfilamenten. Bei den respiratorischen Rückenanhängen von *Janus* haben wir schon eine Restitution, die sich im Verschlusse der Wunde kundgibt. Bei *Phoronis* haben wir Verschuß der Wunde und Zusammenfluß der Blutgefäße. Beim *Balanoglossus*-Rüssel endlich sind echte Regenerationsprozesse zu beobachten.

Actinienfühler. Abgeschnittene Fühler von *Adamsia* regenerieren nicht. Jegliche Reparation ist gleichfalls ausgeschlossen. Wie es RAND schon vor einigen Jahren beschrieb, schließt sich die Wunde beim abgeschnittenen Tentakel nicht, während dieselbe Stelle, wenn sie in Kontakt mit dem Mutterkörper bleibt, sich kontrahiert und in sehr typischer Weise verwächst.

Die Ursache des Nichtverwachsens liegt nach meiner Ansicht nicht am Ausbleiben der Kontraktion, und das Verwachsen ist nicht vom Kontakt abhängig. Oft fallen die Wundränder nämlich so zusammen, daß die beiden gegenüberliegenden Epithelränder sich berühren, dennoch verwachsen sie nicht und »verkleben« nicht einmal miteinander.

Veränderungen in den den Tentakel zusammensetzenden Zellen konnte ich nicht erkennen. Deckzellen, Geißelzellen, Sinneszellen, Schleimzellen, Eiweißzellen, Nesselzellen, Nervenlager, Muskellager

und Bildungszellen waren zu erkennen, auch die Zooxantellen führten ihr Leben ungestört weiter. Ein Absterben der freien Wundränder blieb auch aus. Die Tentakel zeigten nach 3 Wochen keinerlei Veränderungen, wonach ich, zur Abfahrt gezwungen, sie konservieren mußte.

Das Lebensverhältnis zwischen den einzelnen Zellen des Tentakels war also nicht gestört, aber jede Reaktion des Tentakels als Ganzes, sowie auch seine spontane Bewegung aufgehoben. Also auch hier ging die Entelechie verloren.

Nicht weniger lange, also 3 Wochen, lebten die Mesenterialfilamente derselben *Adamsia*. In denselben bleiben, wie es scheint, alle Elemente unveränderlich.

Eine interessante Parallele zu den Actinienfühlern bieten die respiratorischen Rückenanhänge der nudibranchiaten Molluske *Janus cristatus*. Nach Durchschneidung derselben tritt stets Kontraktion der Wunde ein und die Wundränder verwachsen. Nach 10 Tagen konnte ich noch keine namhaften Veränderungen im Bau des Darmepithels, der Muskeln usw. entdecken. Spontane Bewegungen fehlten auch hier.

Bei *Phoronis* ist eine Autotomie — ein Abfallen des Köpfchens in schlechten Bedingungen — längst bekannt. Bei diesen Köpfchen beobachtete ich seinerzeit eine Vereinigung des vorderen und hinteren Darmabschnittes, sowie den Zusammenschluß der Blutgefäße. SELYS-LONGCHAMPS widersprach meiner Deutung dieser Prozesse als Regeneration, da es zu keiner weiteren Proliferation kommt und aus diesen abgeworfenen Köpfchen keine normale *Phoronis* resultiert. Er hat augenscheinlich Recht, daß diese Köpfchen dem Untergange geweiht sind. Wir haben hier also Prozesse, die lebhaft an diejenigen erinnern, die wir für *Balanoglossus* beschrieben haben, d. h. lokale Restitutionsprozesse, die doch zu keinem befriedigenden Resultate führen.

Benutzt man nicht spontan abgeworfene Köpfchen, sondern durchschneidet *Phoronis* in verschiedener Höhe, so erhält man Stücke von sehr verschiedener Potenz: Köpfchen, welche etwas niedriger als an der Autotomiestelle abgeschnitten werden, regenerieren gut und ergeben vollständige Organismen, und auch das hintere Stück ist fähig, den verlorenen Teil aus jedem Querschnitte zu regenerieren, wie ich es früher gezeigt habe. Schwer begreiflich ist es auf den

ersten Blick, weswegen dann die Autotomie nicht etwas niedriger vor sich geht, wo eine Vermehrung auf dem Wege der Teilung möglich wäre; weswegen, wenn die Regeneration in direktem Verhältnisse zur Verletzungshäufigkeit stehen soll, nicht das so oft verletzte Köpfchen fähig wird, zu einem ganzen Individuum auszuwachsen, da ja gerade im Köpfchen alle wichtigsten Organe vereint scheinen, mit einziger Ausnahme der Genitalzellen. Ist es vielleicht gerade der Mangel der letzteren und die Unmöglichkeit, in gegebenem Falle die Genitalzellen zu regenerieren, was einem solchen Köpfchen die Möglichkeit genommen hat, eine Anpassung weiter zu vererben? Dieses kann natürlich schwerlich bewiesen werden, scheint mir aber ziemlich wahrscheinlich.

Wichtig ist für uns die Frage, was mit jenen Stücken wird, die noch höher als an der Autotomiestelle amputiert wurden. Diese Stücke weisen keinen Schwund der einen Zellen zugunsten der andern auf. Sie überleben in ihrem ganzen Komplex mit allen Geweben, ja selbst die so charakteristischen Blutkörper bleiben unverändert. Wenn der Schnitt so hoch geführt wurde, daß nur die Tentakel erhalten blieben, so überlebten auch diese. In allen Fällen schließt sich die Wunde und verwächst, was auch bei der Autotomie geschieht, da sie durch Abschnürung zustande kommt. Die Blutgefäße verschmelzen. Spontane Bewegungen sind auch hier ausgeschlossen, trotzdem scheinbar alles für sie Nötige vorhanden ist, d. h. Nerven, Blutgefäße und Muskeln.

Sehr eigenartig berührt der Umstand, der uns überall, außer beim *Balanoglossus*-Rüssel, entgegentrat. Kein Gewebe ging zugunsten des andern zugrunde. Der ganze Gewebekomplex blieb meist erhalten wie er war, und trat eine Nekrose ein, so umfaßte sie gleichmäßig alle Gewebe und alle Zellen desselben Gewebes. Die Verhältnisse sind also ganz andre als bei denselben Organen und Teilen in dem Falle, wo sie mit dem Körper verbunden bleiben und dieser ganze Körper hungert; denn in letzterem Falle stoßen wir überall auf einen rationellen Schwund der einen Zellen zugunsten der andern. In beiden Fällen haben wir ein Hungern; während aber in dem mit dem Körper vereinten Stücken die einen Zellen zugunsten der andern aufgezehrt werden, geschieht dieses hier nicht. Und wo ein Schwund stattfindet, hat er einen zufälligen Charakter und weist keine teleologischen Tendenzen auf. Durch Verlust der Entelechie ist also nicht nur die Proliferationsfähigkeit verloren gegangen, und wo Regeneration

auftritt, ist sie ungerichtet und ungeordnet (*Balanoglossus*), sondern auch die Fähigkeit rationeller Ernährung der einen Teile auf Kosten der andern. Wie sich dieselben Arten bei Hunger verhalten, darüber hoffe ich zum Vergleiche mit den vorliegenden Untersuchungen bald Näheres mitteilen zu können und damit diese Betrachtungen erst ganz sicher zu stellen.

Sehr wünschenswert endlich wäre es, meine Resultate mit denjenigen bei Transplantation bei demselben Tiere gewonnenen zu vergleichen, d. h. wie sich die betreffenden nicht regenerierenden Tentakel, Köpfechen usw. verhalten, wenn sie transplantiert werden und hier einem allmählichen Schwunde anheimfallen. Nach den geringen histologischen Daten, die wir für Transplantate haben, verhalten sich auch hier die Zellen gleichmäßig und schwinden gleichmäßig ohne Spuren von Anpassungsfähigkeit in der Reihenfolge des Schwundes zu offenbaren.

Literaturverzeichnis.

- BATESON. — Eine Reihe von Arbeiten in: Quart. Journ. of Micr. Science. Vol. 24, 25, 26. 1884, 1885, 1886.
- DAVYDOFF, K., Sur la morphologie des formations cardio-péricardiques des Enteropneustes. Zool. Anz. Bd. 31. 1907.
- Sur le développement du néphridium de la trompe chez les Enteropneustes. Zool. Anz. Bd. 31. 1907, und seine Dissertation in den Mém. de l'Acad. Imp. d. Sciences St. Pétersbourg. 1908. (Russisch.)
- DELAGE et HÉROUARD, Zoologie concrète. T. VIII. Procordées. Paris 1898.
- OPPEL, ALB., Über gestaltliche Anpassung der Blutgefäße. Mit einem Originalbeitrag von W. ROUX. Vortr. u. Aufs. üb. Entw.-Mech. Heft 10.
- PALADIN in: Fortschr. d. Naturwissensch., herausg. v. ABDERHALDEN. Bd. 1.
- RAND, H., Wound-Reparation and Polarity in Tentacles of Actinians. Journ. of Exper. Zool. Vol. 7. 1909.
- RITTER, WM. E., The Structure and Significance of the Hearth of the Enteropneuste. Zool. Anz. Bd. 26. 1902.
- The Movements of the Enteropneustes and the Mechanism by which they are accomplished. Biol. Bull. Woods Holl. Vol. 3. 1902.
- SAINTE-HILAIRE, C., Physiologische Beobachtungen an Terebellidenfühlern. Zeitschr. f. allgem. Physiol. Jena. Bd. 10. 1909.
- SCHIMKEWITSCH, WL., Beobachtungen über die Fauna des Weißen Meeres. Trav. Soc. Nat. St. Pétersbourg. Vol. 20. Livr. 2. 1889.
- SCHNEIDER, K. C., Lehrbuch der vergleichenden Histologie der Tiere. Jena 1902.
- SCHULTZ, E., Aus dem Gebiete der Regeneration. III. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 75. 1903.
- SELYS-LONGCHAMPS, MARC. DE, Phoronis. Fauna u. Flora d. Golfes v. Neapel. Monogr. 30. 1907.
- SPENGLER, Enteropneusten. Fauna u. Flora d. Golfes v. Neapel.