Über Reductionen.

IV. Über Hunger bei *Asterias rubens* und *Mytilus* bald nach der Metamorphose.

Von

Eugen Schultz

(St. Petersburg).

Eingegangen am 30. Oktober 1907.

Der Zweck vorliegender Untersuchung war, die morphologischen Veränderungen und Reductionen, die ich bei erwachsenen Tieren (*Hydra*, *Planaria*, *Clavellina*) hervorgerufen hatte, wenn möglich auch bei ganz jungen Tieren, die man noch fast als Embryonen ansehen könnte, zu beobachten. Vor allem glaubte ich, durch meine Untersuchungen an *Hydra* veranlaßt, daß es mir vielleicht gelingen könnte, wenn auch nicht gerade geschlechtsreife Embryonen, so doch wenigstens solche zu erzielen, deren Geschlechtszellen und Geschlechtsorgane in ihrer Entwicklung weiter gegangen wären, als es dem betreffenden Stadium entspricht, also eine Heterochronie bzw. Neotenie oder Progenese (GIARD) hervorzurufen.

Das Experiment hatte ein negatives Ergebnis, und wenn ich mich dennoch mit demselben hier ein wenig befasse, geschieht es, weil ich ihm, als dem ersten in dieser Richtung, einige Bedeutung beimesse, vor allem aber, um bei passenderen Tieren, als sich *Asterias* und *Cardium* erwiesen haben, ähnliche Experimente anzuregen.

***Asterias rubens*.**

Die jungen Exemplare der Seesterne, die ich bald nach der Metamorphose der Larve hungern ließ, gehörten, nach dem allgemeinen Habitus, nach der Verbreitung der Art und nach einigen Zügen der inneren Organisation zu urteilen, der Art *Asterias rubens* an.

Die Exemplare wurden isoliert und in filtriertes Wasser gesetzt. Mir gelang es, die Tiere 3 Wochen in diesen Bedingungen zu halten. Das Wasser wurde natürlich gewechselt, durchlüftet usw. Danach begannen bei vielen Degenerationserscheinungen aufzutreten, andre starben. Doch dürfen wir nicht vergessen, daß die Asteriden als echte Raubtiere überhaupt fähig sind, lange zu hungern.

Nach 3 Wochen absoluten Hungerns wiesen die meisten Exemplare gar keine Veränderungen auf, d. h. kein einziges Organ war in seiner Entwicklung weiter fortgeschritten als die übrigen, keins reduziert. Das Wachstum schien schon den ersten Tag zum Stehen gekommen zu sein. Weder eine Größenzunahme, noch eine Größenabnahme war nach 3 Wochen eingetreten. Die Entwicklung war auf dem Stadium stehen geblieben, auf welchem der Hunger einsetzte.

Dieses Resultat erinnert an dasjenige, welches man durch Erniedrigung der Temperatur erzielen kann. Die Entwicklungsstadien werden auseinander gezogen. Der Hunger kann hier vielleicht als Methode angewandt werden, schneller vorbeigehende spätere Stadien zu fixieren, während die Temperaturerniedrigung zur Protraktion früherer Stadien dient. Ich meine hier die von KÖLLIKER eingeführte und von KOLLER zur Untersuchung des Primitivstreifens und der Gastrulationseinstülpung bei Vögeln angewandte Bebrütung bei niedriger Temperatur.

Kein Organ also, auch die Genitalorgane nicht, konnte durch Hunger zur schnelleren Entwicklung angespornt werden. Kein Organ wurde anderseits auf Kosten der andern und der weiteren Entwicklung eingeschmolzen oder teilweise rückgebildet. Ein Kampf der Gewebe scheint also in unserm Falle ausgeschlossen, oder er konnte eben nicht durch Hunger alteriert werden.

Ob wir dieses bei *Asterias* erzielte Resultat dem Umstande zuschreiben haben, daß wir es bei *Hydra*, *Planaria*, *Clavellina* mit erwachsenen Tieren zu tun hatten, in dem eben beschriebenen Falle aber mit noch ganz jungem, teilweise embryonalem Gewebe, das sich nicht so leicht rückbildet, läßt sich nicht an einem oder zwei Fällen entscheiden. Soviel ich weiß, hat vor mir nur BARFURTH Embryonen hungern lassen, und zwar Kaulquappen, welche infolge des Hungers ihre Metamorphose beschleunigten. Aber auch hier trat nirgends eine Verschiebung der Entwicklungsstadien verschiedener Organe zueinander ein.

Betrachten wir unser Resultat vom teleologischen Standpunkte, so scheint uns der Organismus von *Asterias* durchaus zweckmäßig

zu handeln. Die Anlage der Geschlechtsorgane geschieht bei Asteriden so spät und die Anlage derselben war bei Beginn des Experiments noch so wenig entwickelt, daß selbst auf Kosten der andern Organe vielleicht kein Reifen derselben erzielt werden konnte, um so mehr, da *Asterias rubens* nicht vor dem fünften Jahre geschlechtsreif wird. Andererseits konnte eine beschleunigte Weiterentwicklung, wie in dem BARFURTHSchen Falle bei der Kaulquappe, nicht die Aussicht auf Nahrungserwerb vergrößern. So wird kein Organ aufgegeben, keins auf Kosten der andern entwickelt.

Die einzige sichtbare Veränderung, die die nicht degenerierten Seesterne nach drei Hungerwochen aufwiesen, war, daß der Darm immer weniger und weniger Drüsenzellen oder Körnchenzellen aufwies, und bei den am längsten gehungerten Exemplaren fehlten diese Zellen vollkommen. Nach FRÉDÉRICQ sondern die Drüsenzellen ein verdauendes Secret ab, in dem ein peptisches und tryptisches Enzym vorhanden ist. Wie alle Drüsenzellen sind wohl auch diese von kurzer Lebensdauer, und eine Neubildung derselben unterbleibt wohl, solange durch eingeführte Nahrung kein Grund zur Bildung derselben vorliegt.

Nach 3 Wochen absoluten Hungerns fingen viele Seesterne an zu degenerieren. Die Hoffnung also, durch eine noch längere Hungerperiode doch eine Reduction hervorzurufen, mußte aufgegeben werden.

Als Degeneration fasse ich hier einen sehr sonderbaren Vorgang auf, den ich bei schon lange gehungerten Seesternen beobachtete. Er bestand in einem allmählichen Schwunde aller Hohlräume des Körpers und zuletzt der sekundären Leibeshöhle selbst; am längsten blieb der Steinkanal unverändert. Er begann mit dem Schwunde des Darmlumens. Die Darmzellen legen sich hart aneinander; ob sie zu einem Syncytium verschmelzen, wie bei *Hydra* und *Planaria*, konnte ich nicht entscheiden. Die Lumina der Pseudohämalkanäle (Hyponeuralkanäle) schließen sich vollständig durch Vermehrung der sie auskleidenden Zellen. Das sogenannte »tiefliegende ambulacrale Nervensystem« oder Hyponeuralsystem, welches bei *Asterias rubens* L., wie LUDWIG sehen konnte, eine Verdickung des Epithels ist, das den radialen Pseudohämalkanal auskleidet, nimmt an dieser Zellenvermehrung teil. Eine solche Vermehrung von Ganglienzellen bei Degeneration widerspricht so sehr allem, was wir von dem Verhalten dieses Gewebes kennen, daß dadurch die nie klar bewiesene nervöse Natur des tiefliegenden ambulacralen Nervensystems sehr zweifelhaft scheint. Die Höhlen der Blutgefäße schwinden gleichfalls, ob aber

durch Vermehrung der sie auskleidenden Zellen oder infolge des seitlichen Zusammendruckes der Gefäße, konnte ich nicht bestimmen. Die Höhlen des Wassergefäßsystems schwinden, wie auch die Fußchenkanäle usw., und sind von großen Zellen erfüllt. Die Körperhöhle ist überall von Bindegewebe eingenommen. Das Muskel- und Nervensystem — mit Ausnahme des erwähnten hyponeuralen — sind unverändert, gleichfalls sonderbarerweise der Steinkanal. Die Tiere lebten noch, als ich sie konservierte. Diese Beobachtungen haben vielleicht ein Interesse für eine zukünftige vergleichende Pathologie.

Der Austritt der Zellen aus dem epithelialen Verbande, ihr Freiwerden, welches wir eben beschrieben hatten, ist für den Anfang der Degeneration charakteristisch. Dieses ist, was R. HERTWIG cytotypisches Wachstum nennt, bei welchem die Zelle aufhört, ihre Teilungen, Form und ihr Wachstum dem Ganzen unterzuordnen und selbständig wird. Ich verweise unter anderm auf den degenerierten menschlichen Embryo, den E. SCHWALBE in seinem Lehrbuche folgendermaßen beschreibt (S. 147): »Die Hauptmasse desselben bestand aus kleinen Rundzellen mit gut färbbarem Kerne.« Die Analogie erstreckt sich weiter, wenn wir lesen, daß »von einzelnen Organen ein Rest der Herzanlage [also Muskeln] und reichlicher Überbleibsel des Nervensystems nachweisbar war«. Folglich dasselbe, wie wir eben bei *Asterias* sahen.

Endlich müssen wir bemerken, daß die Größe der Kerne augenscheinlich bei unsern hungernden Tieren sich auch hier nicht verändert.

Mytilus.

Eine andre Reihe von Experimenten unternahm ich an einem Lamellibranchiaten, gleichfalls auf sehr frühem Entwicklungsstadium — bald nach der Metamorphose. Nach dem Äußeren und einigen Merkmalen der inneren Organisation zu urteilen, waren es junge *Mytilus*.

Ich werde die Resultate nicht ausführlich schildern. Sie waren negativ und fielen fast vollkommen mit dem zusammen, was ich bei *Asterias* gesehen hatte.

Das Experiment wurde in denselben Bedingungen und gleichzeitig mit denjenigen an *Asterias* geführt. Die Exemplare wurden in filtriertes Wasser gesetzt. Eine vollständige Reinheit des Wassers zu erzielen, war jedoch schwerer als bei *Asterias*, und trotz der Vor-

sichtsmaßregeln tauchten Infusorien auf, die selbst oft die Mollusken anfraßen, oft aber auch als Nahrung dienten, da ich öfters im Darme meiner *Mytilus* Infusorien in verschiedenen Stadien der Verdauung antraf.

Obgleich deswegen der Hunger kein absoluter war, so war doch die Ernährung so heruntergesetzt, daß das weitere Wachstum bei unsern Tieren aufhörte.

Das Experiment dauerte 3 Wochen, wonach unsre Mollusken massenweise zu sterben begannen.

Die nach 3 Wochen auf Schnitten untersuchten Exemplare wiesen keine besonders augenfällige Veränderungen auf, wenn man sie mit den normalen Exemplaren, die zu Anfang des Experiments konserviert waren, verglich. Ihr weiteres Wachstum blieb stehen und sie hielten jenes Entwicklungsstadium fest, auf welchem das Experiment begann: So war die Differenzierung des Darmes nur schwach ausgeprägt und die Leber erschien als paarige, noch kegelförmige Ausstülpung. In dieser Zeit waren die normal gefütterten *Mytilus* einige Male größer als die gehungerten und die Entwicklung ihrer inneren Organe war viel weiter fortgeschritten, was wiederum am besten an der bedeutenden Differenzierung des Darmes und dem Auswachsen der Leber zu sehen ist.

Keine Heterochronie oder Progenese konnte ich erreichen. Aber auch hier müssen wir nicht vergessen, daß die Reifung der Geschlechtsprodukte erst spät eintritt und deswegen vielleicht auch hier die Geschlechtsreife für so junge Formen nicht erreichbar war. Die verstärkte Entwicklung irgend eines Organs auf Kosten der andern nach der Metamorphose konnte wohl kaum von Vorteil für das Individuum sein. In jedem Falle ist es sowohl bei *Mytilus*, als auch bei *Asterias* bemerkenswert, daß der Kampf der Teile bei jungen Exemplaren während des Hungers nicht klar hervortritt, d. h. daß kein Organ auf Kosten der andern zugrunde geht.

Wenn wir doch annehmen wollen, daß einige Organe sich auf Kosten der andern stärker ernähren, so kann dieses sich höchstens auf den Fuß beziehen, der während der ganzen Hungerzeit kräftige Bewegungen ausführt, und auf die Byssusdrüse, die auch nach drei Hungerwochen noch Byssus absondert und sogar sich weiter ausbildet. Hier fällt eine gewisse Analogie mit den im II. Teil beschriebenen Zellen des Fußes der *Hydra* auf, die gleichfalls ein Secret ausscheiden, das zur Befestigung des Tieres dient, und die sich gleichfalls während des Hungers nicht verändern.

Die Verdauungsorgane erleiden natürlich während des Hungers die ersten Veränderungen, und die Zellen der Leber z. B. verschmelzen und bilden ein Syncytium.

Die Untersuchung wurde auf der Biologischen Station in Dröbak ausgeführt und benutze ich die Gelegenheit, dem Leiter derselben, Herrn Dr. SCHREINER, für seine stets bereite Hilfe meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Literaturverzeichnis.

- BARFURTH, D., Der Hunger als förderndes Prinzip in der Natur. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXIX.
- FRÉDÉRICQ, L., La digestion des matières albuminoides chez quelques invertébrés. Arch. Zool. expér. et génér. VII. 1878.
- GIARD, A., Sur la progénèse. Bull. Sc. France et Belgique. XVIII. 1887.
- HERTWIG, R., Über physiologische Degeneration bei Actinosphaerium Eichhorni. Nebst Bemerkungen zur Ätiologie der Geschwülste. Festschr. f. HAECKEL. Jena 1904.
- v. KOLLER, C., Beiträge zur Kenntnis des Hühnerkeimes im Beginn der Bebrütung. Sitzungsber. d. Kais. Akad. d. Wiss. Wien. Bd. LXXX. Abt. III. 1879.
- v. KÖLLIKER, A., Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Tiere. Leipzig 1879.
- LUDWIG, M., Echinodermen. II. Buch: Die Seesterne. In BRONNS Klassen und Ordnungen des Tierreiches. Bd. II. III. Abt. 1899.
- SCHULTZ, E., Über Reductionen. I. II. Arch. f. Entw.-Mech. Bd. XVIII, XXI. 1904. 1906.
- SCHWALBE, E., Die Morphologie der Mißbildungen des Menschen und der Tiere. Bd. I. Jena 1906.