den glücklichen Erfolg wesentlich den unermüdlichen Mitgliedern von Esch, die es sich hatten angelegen sein lassen, die Organisation des Festes in anerkennungswerther Weise zu besorgen.

Der 26. September 1897 wird uns immer in angenehmer Erinnerung bleiben!



Regeneration, Transplantation und Autotomie im Tierreich.

Altes und Neues quellenmässig zusammengestellt von Dr. Edm. J. Klein.

(Fortsetzung.)

Es ist leicht einzusehen, dass die Regenerationserscheinungen am häufigsten und ausgesprochensten anzutreffen sein werden auf den niedersten Stufen des Tierreiches, d. h. bei jenen Formen, welchen noch nicht, durch die weitgehende Differenzierung der Organe, Schranken in dieser Beziehung gesteckt sind. Man beobachtet sogar, dass in diesen Gruppen spontane Regenerationen ohne vorhergegangene Eingriffe von aussen, stattfinden, die alsdann aufs Innigste mit der Fortpflanzung der betreffenden Arten zusammenhängen, indem einzelne Teile eines Individuums oder einer Kolonie sich, nachdem sie sich von den Uebrigen abgetrennt haben, weiterentwickeln und zu ganzen Gebilden auswachsen.

Inbezug auf einzellige Tiere ist das von *Nusbaum*, *Hofer*, *Verworn*, *Balbiani* unter dem Namen „Merotomie" ausgeführte Experiment zu erwähnen. Wenn man ein solches Tier, eine Amöbe, ein Infusor in zwei Hälften schneidet, so wird diejenige derselben, welche den Zellkern enthält, sei sie auch die weitaus kleinere, sich bald wieder zum ganzen Tiere regenerieren, während die andere wenn selbst grössere, mag sie sogar, im Falle des Infusors, die Mundöffnung mitgreifen, nach kurzer Zeit eingeht, obwohl ihr Protoplasma lebend und thätig geblieben war und Nahrung aufnahm, sowie assimilierte.

Die von *Trembley* untersuchte Hydra gehört in die unterste Reihe der mehrzelligen Tiere, nämlich zu den Cölenteraten oder Hohlbäuchern, jenen Wesen, bei denen Ver-

dauungs- und Kreislaufsorgane noch nicht getrennt sind. Die weitaus meisten dieser Arten sind marin, und die Hydra hat im Süsswasser nur wenige gleichklassige Genossen; es liegt daher nahe, auch die Meeresformen dieser Gruppe auf ihre Regenerationsfähigkeit zu untersuchen, und solches ist mehrfach geschehen.

Die erste Stufe der Cölenteraten nehmen ein die Spongien oder Schwämme, jene Gebilde, über deren tierische Natur man noch vor wenigen Jahrzehnten nicht im Klaren war, und die gerade in dieser Hinsicht durch ihre Verjüngungsfähigkeit den Gelehrten die grössten Schwierigkeiten bereiteten. Die Schwämme führen eine festsitzende Lebensweise und schwimmen nur im ersten Jugendstadium zur Auffindung einer geeigneten Anheftungsstelle frei umher; die einen der Arten sind als Einzelwesen, die andern als Kolonien zu betrachten. Jede selbständige Masse nun kann sich teilen, verloren gegangene Stücke regenerieren und Wundränder zusammenheilen; abgetrennte Teile bilden sich wieder zu ganzen Wesen oder Stöcken aus, kurz die Verjüngungs- und Verschmelzungsfähigkeit ist eine perfekte. Darauf gründete Ende der sechziger Jahre *Oskar Schmit* seine Theorie der künstlichen Schwammzüchterei, indem er erwog, dass die Stücke, in welche man einen Schwamm zerschnitten habe, wieder ins Meer versenkt, dort jedes zu einem neuen Individuum auswachsen könnten. Die Resultate der daraufhin angestellten Versuche waren so günstig, dass bald auch an andern Orten, so von der pariser *Société d'acclimatation*, an den französischen und algerischen Küsten die Schwammzucht organisiert wurde.

In jüngerer Zeit haben auch höher organisierte Cölenteraten zu Experimenten gedient, welche so interessant in ihrem Verlaufe waren, dass das von *Trembley* an Hydra erreichte noch in den Schatten gestellt wird. Der amerikanische Naturforscher *Jacques Læb* operierte mit dem Meerespolypen Tubularia mesembryanthemum, bei welchem viele Einzeltierchen einen zusammengesetzten, festsitzenden Stock bilden. Wenn man an den Zweigen der Colonie die Enden, d. h. die sogenannten Polypenköpfchen abschneidet, so wachsen dieselben bald wieder, woran ja, seit wir Merkwürdigeres an Hydra beobachtet haben, weiter nichts Auffallendes ist. Die Experimente aber, welche *Læb* nunmehr an diesem Wesen anstellte, erinnern in ihrem Verlauf und Resultat ganz an das Verhalten pflanzlicher Stecklinge. Der Gelehrte schnitt nämlich aus der Kolonie ein entsprechendes

Stück heraus und grub dasselbe in seiner natürlichen Stellung in den Sand eines Zuchtglases; an der unteren, verscharrten Seite entwickelten sich bald Haftwurzeln, an der entgegengesetzten aber ein Köpfchen. Wenn er nun den Versuch so anstellte, dass das ausgeschnittene Stück in umgekehrter Stellung vergraben wurde, so entstanden dennoch die Wurzeln an der mit dem Sande in Berührung stehenden Seite, das Köpfchen an der andern. Die Regenerationsvorgänge sind also absolut abhängig von den Richtungsverhältnissen, und dieses wird besonders instruktiv illustriert durch jene Züchtung von *Lœb*, in welcher er am horizontal gelegten Polypenstück beiderseits Köpfe erwachsen sah. Das Verhalten der Hydra, welches die ganze wissenschaftliche Welt des vorigen Jahrhunders in Staunen zu setzen vermochte, ist also übertroffen. Dann bewies der Experimentator auch die Abhängigkeit dieser Erscheinungen von der Wasseraufnahme, dem Salzgehalt und der Gegenwart bestimmter Substanzen besonders des Sauerstoffes.

Lœb experimentierte weiter und wählte dazu einen noch höher organisierten Vertreter der Coelenteraten, eine Seerose, Cerianthus membranaceus. Dieses Tier besteht, wie alle seine Genossen, aus einem Schlauch, der unten irgend einem Gegenstande fest aufsitzt und nach oben mit einer von Fangarmen umgebenen Mundöffnung abschliesst. Der Experimentator praktizierte nun in die Seitenwand des Schlauches schlitzartige Löcher, die er, um eine Verheilung zu vermeiden, künstlich offen hielt, und er constatierte bald — zu seiner grössten Verwunderung zwar, aber doch als Bestätigung dessen, was er erwartet hatte — dass aus jeder dieser brutal geschaffenen Oeffnungen ein neuer Mund entstand, der seine entsprechende Zahl von Fangarmen zeigte und funktionieren konnte, wie der natürliche, bald zur Aufnahme der Nahrung, bald zum Ausstossen der Verdauungsüberbleibsel.

Uebertretend zu der folgenden Tierklasse, derjenigen der Stachelhäuter oder Echinodermen, wollen wir vorderhand einen Augenblick bei den Seesternen, diesen blumenartigen Gebilden des Salswassers, verweilen, deren regelmässige, harmonische Formen den Spaziergänger am Meeresstrande sofort fesseln. Wenn einer der Arme eines solchen Tieres oder auch mehrere, ja sogar alle, sei es durch Zufall, sei es durch künstlichen Eingriff von Seiten des Experimentators, abgetrennt werden, so regeneriert das Wesen sie binnen kurzem und nimmt wieder seine ursprüngliche Gestalt an;

ein Individuum, das eben die Rudimente neuer Arme angelegt hat, bietet ein gar belehrendes Bild tierischer Verjüngungsfähigkeit. Bei einzelnen Arten sogar ist jeder abgeschnittene Arm imstande, an der Wundstelle auszuwachsen und sich zu einem neuen, vollkommenen Tiere zu ergänzen, ein Vorgang, der an die *Trembley*'schen Versuche über die Hydra erinnert.

Während bei den ebenfalls zu den Stachelhäutern gehörigen Seeigeln die Regenerationsvorgänge am erwachsenen Tiere nicht über eine blosse Vernarbung erlittener Wunden hinauskommen, finden wir in den ersten Jugendstadien dieser Tiere eine Verjüngungsfähigkeit, die ans Fabelhafte grenzt, und auf die aufmerksam gemacht zu haben das Verdienst des Altmeisters *Hertwig* ist. Dieser schüttelte reife Eier von Seeigeln solange in Meerwasser, dass sie in mehrere Stücke zerfielen; dann setzte er reifen Samen zu und erzielte eine regelrechte Befruchtung der meisten Fragmente, wovon einige sich zu Larven entwickelten, die sich nur durch geringere Grösse von normalen unterschieden. Es hatten also alle ähnlichen Stücke das durch die Teilung Abhandengekommene aus ihrer eigenen Masse regeneriert. *Driesch* setzte die Versuche fort, indem er befruchtete Eier derselben Gattungen, die sich eben in die beiden ersten Tochterzellen geteilt hatten, schüttelte, bis die beiden Zellen von einander abliessen; jede derselben entwickelte sich in der Folge zu einer Larve, die natürlich kleiner war als eine unter gewöhnlichen Umständen erwachsene. Auch gelang es in dem Momente, wo das Ei sich bereits in vier Tochterzellen zerlegt hatte, eine von diesen abzutrennen und zur Entwicklung zu bringen; die daraus entstehende Larve war noch kleiner, als die vordem erzielten. Dieselben Resultate wurden später von *Chabry* erreicht.

Die letzte uns hier interessierende Abteilung der Stachelhäuter ist die der Holothurien, Seegurken oder Seewalzen. Bei diesen Tieren, welche unter dem Namen Trepang einen bei den Chinesen beliebten Leckerbissen darstellen, ist die Regenerationskraft aufs höchste gesteigert; der schlauchförmige Körper hat die Eigentümlichkeit, bei drohender Gefahr, ja oft schon bei blosser Beunruhigung, den ganzen Complex seiner Eingeweide durch die Mundöffnung ins Meerwasser zu entleeren, sogar sich selbst vollkommen umzukrämpeln, wie es *Trembley* für die Hydra künstlich erreicht hatte; später, bei günstigen Verhältnissen, werden alle verloren gegangenen Organe erneuert, ohne dass dem Tiere der geringste Schaden daraus resultierte.

Die Regenerationsfähigkeit der Würmer, welche die folgende Tierklasse ausmachen, ist dem grossen Publikum schon bekannter. Bei den niederen Formen dieser Reihe, den Planarien ergänzen sich bestimmte Stücke zu ganzen Individuen, ohne an Gewicht zuzunehmen, als ob die Elemente, aus denen sie bestehen, das einzige Material zur Regeneration abgäben. Eines der am öftesten in unserm Sinne erwähnten Objekte ist wohl der gemeine Regenwurm ; was wird diesem schlichten Kotfresser nicht alles Abenteuerliche nachgesagt: „Mit dem Spaten in Stücke gehackt, kommt er nicht um, im Gegenteil, jedes Teilchen bildet sich wieder zu einem ganzen Wesen aus.“ — Nein! soweit geht denn doch die Sache nimmer, wir haben es eben hier nicht mehr mit einem einfachen Muskelschlauch zu thun, sondern mit einem wohldifferenzierten Organismus, der einer solch tiefgreifenden Verstümmelung nicht zu widerstehen vermag. Dennoch ist die Regenerationskraft dieses Tieres keine allzu beschränkte, und ein abgetrenntes Schwanzstück wird bald vom Rumpfe aus erneuert, kann sich aber selbst nicht, wenn es auch noch eine zeitlang am Leben bleibt, zu einem neuen Wurme heranbilden. Ausgedehnte Untersuchungen *K. Heschelers* haben gezeigt, dass das Regenerat des hinteren Körperendes als langes, dünnes Anhängsel mit vielen Segmenten plötzlich auftritt, und dass der ganze Vorgang in seiner Intensität sehr von der herrschenden Temperatur, der Jahreszeit und dem Alter der Tiere abhängig ist. Doch auch die Regeneration des vorderen Körperendes hat diesen Forscher beschäftigt, und er fand, dass dieselbe nur vor sich geht, wenn nicht über fünfzehn Ringe entfernt worden sind, und dass meist weniger Segmente neugebildet werden, als weggenommen wurden; der Experimentator beobachtete ebenfalls eine *mehrfache* Regeneration des Kopfendes beim selben Individuum, wobei auch schon verjüngte Gewebe Regenerate ausbilden können.

Diese Versuche wurden von *H. Rievel* auf marine und Süsswasserverwandte des Regenwurmes ausgedehnt, wobei er besonders noch darauf hinwies, dass das abgetrennte Vorderende nicht immer regeneriert wird, sondern der neue Mund einfach am ersten alten Körpersegment entsteht. Auch machte dieser Gewährsmann darauf aufmerksam, dass die Organe bei der Regeneration entstehen, ohne die embryonale Bildungsweise zu wiederholen, dass vielmehr der kürzeste Weg gewählt wird, um den Defekt so rasch wie möglich zu ersetzen.

Es haben alsdann die Versuche von *Friedländer* uns mit einer besonderen Verjüngungsfähigkeit des Regenwurmes bekannt gemacht. Das Tier ist nämlich imstande, einzelne ausgeschnittene Stücke des Centralnervensystems, so besonders das Oberschlundganglion (das sogenannte Gehirn) und bestimmte Strecken des Bauchmarkes, zu ersetzen. Diese Teile nämlich verlängern sich an den Schnittenden, bis sie sich berühren und zusammenwachsen. Gewiss sind diese Mitteilungen ein hoher Beweis für die grosse Leistungsfähigkeit des Wurmkörpers inbezug auf Verjüngung, aber immer bleibt dieselbe doch um ein bedeutendes hinter dem zurück, was vom Volke darüber gefaselt wird.

(Fortsetzung folgt.)



Studien
über
Phosphoraluminium-Verbindungen

von **Léon Franck,** Esch a. d. Alz.

Im Laufe dieses Jahrzentes wurde den Verbindungen des Metalls direkt mit einem Nichtmetalle grosse Aufmerksamkeit geschenkt. Besonders die letzten Jahre brachten uns solche in schöner Zahl. Carbide, Silicide, Boride, Nitride wurden genau studiert und einige davon spielen heute schon eine grosse Rolle in der chemischen Technik.

Meine wissenschaftlichen Arbeiten, die ich über das Metall Aluminium unternahm, veranlassten mich einige Verbindungen des Aluminiums direkt mit Phosphor, einige Aluminiumphosphide genau zu studieren.

Ich lege hier meine Resultate der „Gesellschaft Luxemburger Naturfreunde" als Originalarbeit vor.

Wöhler [1]) hat schon gefunden, dass Aluminium verbrennt, wenn man es in einer Atmosphäre von Phosphordämpfen bis zum Glühen erhitzt. Unter Feuererscheinung erhielt er eine graue, nicht geschmolzene Masse, welche an feuchter Luft und in Wasser Phosphorwasserstoff entwickelt.

Emmerling [2]) versuchte im Jahre 1879 ein Phosphoralu-

1) Wöhler. Pagg. An. 11, p. 160.

2) O. Emmerling. Berl. Ber. 1879. 153.