

# Reductionserscheinungen bei Süßwasserschwämmen.

Von

**Karl Müller,**

Barmen

Aus dem Zoologischen Institut der Universität Marburg (Hessen).

Mit 16 Figuren im Text.

Eingegangen am 23. März 1911.

## Einleitung.

Bei Untersuchungen an Spongilliden bot sich mir die Gelegenheit, den Verlauf eines bei diesen Tieren unter noch unbekannten Bedingungen auftretenden typischen Reduktionsprozesses nach Art der von Hydren und andern Hydroidpolypen, von Planarien, Ascidien oder *Ophryotrocha* bekannt gewordenen beobachten zu können. Die Erscheinungen, die sich hierbei zeigten, erinnerten an ganz ähnliche von MAAS (1906 und 1907) und WILSON (1907 $\alpha$ ) bei marinen Kalkschwämmen (Syconen) bzw. Kieselschwämmen (Monactinelliden) gefundene Vorgänge und dürften auch identisch sein mit Erscheinungen, wie sie ebenfalls von marinen Spongien geschildert werden in den kürzlich erschienenen Arbeiten von URBAN (1910) und MAAS (1910), die mir erst zugänglich waren, als die Resultate meiner Untersuchung schon festlagen.

Wie ich nachträglich fand, ist auch für die Süßwasserschwämme das Vorkommen eines solchen Reduktionsprozesses schon früher beschrieben worden, 1844 von LAURENT, 1859 von LIEBERKÜHN und 1879 von METSCHNIKOFF. Doch die beiden letztgenannten Autoren erwähnen die Erscheinung nur nebenbei mit wenigen Worten und dazu an Stellen, an denen man eine dahingehende Mitteilung nicht gerade suchen wird. LAURENT gibt zwar, wie wir sehen werden, eine ausführliche Schilderung seiner Beobachtungen, doch

fehlen brauchbare Abbildungen und naturgemäß genauere Untersuchungen, besonders histologischer Art. Aus diesen Gründen und weil die Erscheinungen im Vergleich mit andern Tierformen weitere Ausblicke gestatten, erschien eine eingehendere Beschreibung der beobachteten Reductionsvorgänge erwünscht, und zwar nach Möglichkeit verbunden mit einer histologischen Untersuchung ihres Verlaufs, soweit das mehr zufällig sich darbietende Material dies gestattete.

Hinzu kommen noch zwei Gründe mehr theoretischer Natur. Wir werden sehen, daß die erwähnten von MAAS, WILSON und URBAN von marinen Spongien beschriebenen Erscheinungen wohl die gleichen sind, wie die von uns beobachteten Spongillidenreduktionen. Durchweg werden erstere aber von den Autoren (WILSON und URBAN) als Degenerationen beschrieben, nur selten (MAAS 1910) finden sie sich als Reductionen oder Involutionen gekennzeichnet. Es dürfte nun im Interesse größerer Klarheit und genauerer Präzision höchst wünschenswert sein, die unbestimmten Bezeichnungen Degeneration und Involution für die analogen Erscheinungen mariner Spongien fallen zu lassen und auch sie als das, was sie ja tatsächlich sind, als typische Reductionen (im Sinne SCHULTZ', DRIESCHS, PRZIBRAMS) zu beschreiben. Und hier dürfte gerade das Beispiel der Süßwasserschwämme den Unterschied beider Prozesse besonders klar zutage treten lassen.

Weiter erscheint mir die Deutung, die den analogen Erscheinungen mariner Schwämme gegeben wird, nicht die richtige zu sein. MAAS, WILSON und URBAN fassen anscheinend die Vorgänge als »künstliche Gemmulation« auf; es erscheint dies zunächst ohne Kenntnis der gleichen Prozesse, besonders der Reductionen, bei den Spongilliden nicht unberechtigt, zumal man ja über den Verlauf der Gemmulation bei marinen Schwämmen so gut wie nichts weiß; und die Angaben LAURENTS, LIEBERKÜHNS und METSchnikOFFS scheinen WILSON, URBAN und MAAS nicht bekannt gewesen zu sein, sie finden sich wenigstens nicht erwähnt. Doch bei einem Vergleich beider Prozesse bei den Süßwasserschwämmen dürfte sich diese Auffassung wohl kaum aufrecht erhalten lassen; bei ihnen haben offenbar Reduction und Gemmulation keine Beziehung zueinander, wie denn auch LAURENT und LIEBERKÜHN einen solchen Vergleich nicht gezogen haben, sondern beide Vorgänge als zwei verschiedene »Fortpflanzungsarten« aufführen.

Im folgenden sollen daher zunächst die eignen Beobachtungen beschrieben werden. In einem zweiten Teil wird dann ein Über-

blick gegeben werden über die seither von Spongien überhaupt bekannt gewordenen Reductionserscheinungen, hierbei wird Gelegenheit sein, bezüglich des Verlaufs der Erscheinungen einen Vergleich zwischen Süßwasser- und Meeresschwämmen anzustellen.

Ein dritter Teil soll endlich die angegebenen mehr theoretischen Fragen behandeln: aus welchen Gründen es unzweckmäßig erscheint, die fraglichen Vorgänge als Degeneration zu beschreiben, und warum ihre Deutung als »Gemmulation« nicht gerechtfertigt sein dürfte.

## 1. Eigne Beobachtungen.

### I. Äußere Verhältnisse.

Während der Ausführung einiger Versuche über das Regenerationsvermögen unsrer Süßwasserschwämme hielt ich im Sommer vorigen Jahres einige Exemplare der bei Marburg nicht seltenen *Spongilla lacustris* und *Ephydatia Mülleri* in Aquarien.

Diese standen in dem nach Norden gelegenen Aquarienraum im Erdgeschoß des Zoologischen Instituts und bekamen relativ wenig Licht. Sie waren mit Leitungswasser gefüllt und mit *Elodea* bepflanzt. Das Wasser wurde nie gewechselt, da es durch dauernde künstliche Durchlüftung und die O-Abgabe der Pflanzen genügend frisch erhalten wurde. Größere Temperaturschwankungen, die auf die ohnehin in Aquarien nur schlecht zu haltenden Spongilliden von schädigendem Einflusse hätten sein können, wurden dadurch vermieden. Die Temperatur des Aquarienwassers durfte wohl immer um wenige Grade tiefer gewesen sein als die des Lahn- bzw. Teichwassers, aus denen die Schwämme gesammelt waren.

Es mag gleich hier bemerkt werden, daß über die Ursachen, die das Eintreten der zu besprechenden Reductionserscheinungen veranlaßten, keine genaueren Angaben gemacht werden können, da, wie gesagt, die Erscheinungen zufällig und unerwartet auftraten und methodisch darauf gerichtete Untersuchungen, die sich wohl über eine sehr lange Zeit erstrecken müßten, nicht mehr angestellt werden konnten. Neue experimentelle Untersuchungen hätten hier die wohl nicht leichte Entscheidung der Frage zu geben, ob veränderte Licht-, Temperatur- oder Nahrungseinflüsse, Veränderungen in der chemischen Zusammensetzung des Wassers, Einflüsse pathogener Lebewesen usw. oder vielleicht mehrere derartige Faktoren zusammengenommen, Veranlassung geben, daß gerade diese Reductionserscheinungen eintreten, und nicht — wie man zunächst erwarten sollte — die Schwämme

einfach zerfallen, »degenerieren«, absterben, oder etwa zur Bildung von Gemmulis schreiten, wie dies an einem Exemplar eines andern Aquariums beobachtet werden konnte. Die Erscheinungen wurden beobachtet an zwei Exemplaren, die Anfang Juni in Aquarien gesetzt worden waren; sie entstammten dem »Schützenpfehl«, einem abgeschlossenen, wohl als Rest eines alten abgetrennten Lahnarmes aufzufassenden Teich.

Bis um die Mitte Juli, also  $1\frac{1}{2}$  Monate lang, zeigten die Schwämme durchaus normales Verhalten, sowohl hinsichtlich ihrer äußeren Erscheinung, als auch ihrer vitalen Funktionen. Sie behielten die Gestalt und ihre graue, etwas ins grünliche spielende Färbung bei und entsandten aus ihren Schornsteinen, den Oscularrohren, einen kräftigen Wasserstrom; dieser war noch Mitte Juli so stark, daß kleine, im Wasser schwebende Partikel wohl 15—20 cm weit fortgeschleudert wurden, wenn sie vor die Öffnung eines Oscularrohres gerieten.

## II. Verlauf der Reduction und Bildung der Reductionskörper (Reductionen).

Etwa am 20. Juli fiel mir auf, daß die kleinen über den ganzen Schwammkörper verteilten Spitzchen, welche die Enden der proximal-distal verlaufenden Hauptzüge des Spongilliden-Skelettsystems bilden und die die Subdermalräume zeltdachartig überdeckende Dermalhaut (Oberhaut) stützen, mehr als gewöhnlich hervortraten und so auch mit bloßem Auge ziemlich deutlich zu erkennen waren, was unter normalen Verhältnissen nicht der Fall zu sein pflegt.

In der Stärke des aus den Oscularrohren austretenden Wasserstromes war eine Änderung zunächst nicht wahrzunehmen. Ich hielt diese Erscheinung für die ersten Anzeichen einer Degeneration der Schwämme, also eines Zerfalls oder Absterbens, wie es im Freien meist nach Bildung der Gemmulae vorkommt, oder an in Aquarien gehaltenen Exemplaren oft schon wenige Stunden oder Tage, nachdem sie in diese überführt wurden, aufzutreten pflegt.

Die Schwämme gehen hierbei ohne wesentliche Volumverkleinerung ihres Weichkörpers ein; die einzelnen Zellen des gesamten Schwammes vacuolisieren in einer etwa in Fig. 1 von zwei Amöbocyten gegebenen Weise und zerfallen, reichlich auftretenden Infusorien und Bakterien als Nahrung dienend. Das Einstellen des im Kanalsystem circulierenden Wasserstromes, dessen Vorhandensein bzw. Nichtvorhandensein sich ja immer leicht an den Mündungen

der Oscularrohre feststellen läßt, ferner das Einziehen und Verschwinden dieser Oscularrohre selbst und des über den Schwamm hinwegziehenden Röhrensystems, und das Auftreten eines starken, widerlichen, eigentümlichen (jedoch nicht typisch moderartigen) Geruches sind äußere Kennzeichen solcher gewöhnlichen Degenerationserscheinungen.

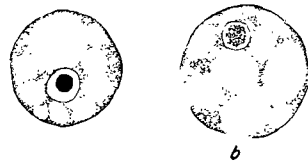
Jedoch traten in unserm Falle die genannten für den Degenerationsprozeß, also das Eingehen eines Schwammes, charakteristischen Erscheinungen in der Folge nicht auf. Die Oscularrohre und der aus ihnen austretende Wasserstrom blieben erhalten, desgleichen behielten die Tiere ihren gewöhnlichen, für sie typischen Geruch bei.

So glaubte ich denn, die Schwämme würden zur Gemmulation schreiten, wie dies ja wiederholt bei Aquarienschwämmen beobachtet worden ist, ich erinnere nur an WELTNER'S (1893, S. 263 ff.) Versuche; ja selbst ganz junge aus Gemmulis im Aquarium gezogene Spongillen bildeten schon nach 18 Tagen wieder neue Gemmulae (v. LENDENFELD, 1903). Ich erwartete also für die nächste Zeit das Auftreten der hellweißen, kugligen Gemmulaanlagen.

Doch weder diese, noch die ausgebildeten, mit der gelben Chitinhülle versehenen Gemmulae selbst wurden fernerhin sichtbar. Dagegen zeigte der weitere Verlauf des Prozesses in seinen Einzelercheinungen bald deutlich, daß es überhaupt um einen Gemmulationsvorgang sich gar nicht handeln konnte.

Schon bei rein äußerer makroskopischer Betrachtung wurde bemerkt, daß die »Spitzen«, die Skeletzugenden, immer deutlicher hervortraten. Es ließ sich weiterhin feststellen, daß dies nicht von Wachstumsprozessen herrührte, wobei etwa neue Nadeln von innen her »vorgebaut« wurden, sondern daß der Grund zu jenen Erscheinungen zu suchen sei in einem Zurückweichen des Weichkörpers des Schwammes, in einer allmählichen Volumenverringerung der parenchymatösen Schwammsubstanz, wobei das Skeletsystem in seiner ursprünglichen Anordnung vollkommen erhalten blieb. Der Weichkörper der Spongille zieht sich gewissermaßen in Richtung distal-proximal auf die Achse des von ihr umwachsenen Aststückes zurück, an den Spiculazügen des Skeletsystems nach innen gleitend

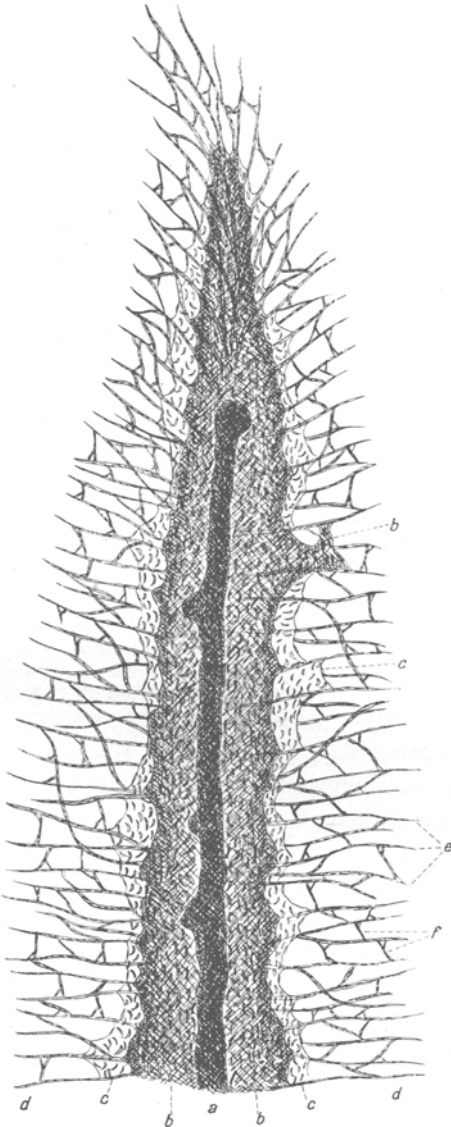
Fig. 1.



Degenerierende Zellen aus einem in Degeneration (Zerfall) befindlichen Schwamm, die das Vacuolisieren und die Plasmolyse (b) zeigen. Vergr. etwa 1000.

(s. Fig. 2, 3, 7): mit andern Worten, er »reduziert« sich auf ein

Fig. 2.



*Spongilla lacustris* in Reduction. Opt. Schnitt. Vergr. etwa 12. *a* der vom Schwamm umwachsene Zweig, *b* der auf etwa  $\frac{1}{3}$  seines Volumens reduzierte Weichkörper, *c* Dermal-(Ober-)haut mit zahlreich eingelagerten Microscleren, *d* vom Weichkörper entblößtes Skelet, *e* Hauptzüge, *f* die Hauptzüge verbindende Querbalken.

immer kleineres Volumen. Hierin liegt schon ein Unterschied zu den bei der Gemmulation auftretenden Erscheinungen, wo eine derartige Reduction, eine Volumverkleinerung des Weichkörpers nicht eintreten pflegt, sondern dieser in seiner ursprünglichen Ausdehnung vollkommen erhalten bleibt; es wird hierauf noch zurückzukommen sein.

Nach etwa 5 Tagen war die Reduction schon so weit fortgeschritten, daß das in Fig. 2 wiedergegebene Bild sich zeigte. Es stellt ein Stück eines in

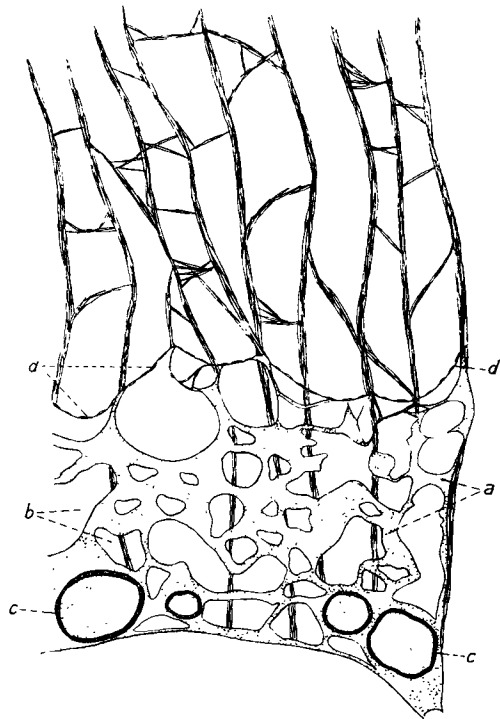
Reduction befindlichen Schwammes dar, das einen kleinen Seitensproß eines größeren Astes umwachsen hatte und in diesem Stadium der Reduction für ein Totalpräparat abgetrennt wurde, so daß an dem größeren Teil desselben Schwammes, welches den Hauptast umgab, der weitere Verlauf des Prozesses beobachtet werden konnte. Wir sehen hier im Innern (das Bild ist als optischer Schnitt gedacht, nach dem Totalpräparat bei durchscheinendem Lichte, etwa 12fach vergrößert, gezeich-

net) tief schwarz die Umrissse des Seitensprosses (*a*). Weiter nach außen tritt auf beiden Seiten zunächst der Weichkörper (*b*) des Schwammes als dunkler gehaltene Partie hervor; wir erkennen, daß infolge der Reduction sein Durchmesser auf etwa  $\frac{1}{3}$  verringert ist. Über dem Weichteil zieht sich die gleichfalls mit rückgezogene, »reduzierte« Oberhaut (*c*) hin; sie hebt sich deutlich als helle, gelbe Haut ab, in der die Microscleren zahlreicher als es gezeichnet werden konnte — auch sind sie im Verhältnis zu groß angegeben — eingelagert sind. Mehr oder weniger breite Zwischenräume, die Subdermalräume, scheinen durch; deren Größe wird wohl nicht zum geringen Teile mitbestimmt durch die größeren oder geringeren mechanischen Schwierigkeiten, die die Oberhaut beim Zurückgleiten an den Spiculazügen zu überwinden hat. Oft reißt diese auch ab, so daß ein großer Fetzen Oberhaut auf den Spiculaenden liegen bleibt und degeneriert. Ein solches ziemlich großes Stück der Dermalhaut sieht man in Fig. 5 (*d*) frei an dem bloßgelegten Skelet hängen. Zu äußerst in Fig. 2

tritt uns dann das freie Skeletgerüst (*d*) des Schwammes entgegen; es ist jeglicher Schwammsubstanz derart bar, daß man an solch einem Präparat den Bau des Skelets, Anordnung in Hauptzüge (*e*) und Querbalken (*f*), deren Verlauf, den Bau der einzelnen Spiculazüge usf. wunderschön studieren kann.

Schnitte durch das Gewebe eines Schwammes, der sich in

Fig. 3.



Schnitt durch einen in Reduction befindlichen Schwamm. Das Skeletsystem nach einem Totalpräparat ergänzt. Zeich.-Prisma. Vergr. etwa 40. *a* das »Parenchym« des Schwammes, *b* die großen inneren Rohre des Ausführkanalsystems, *c* Gemmulaanlagen, *d* Dermalhaut mit zahlreich eingelagerten Microscleren, darunter die Subdermalräume.

einem der Fig. 2 entsprechenden Stadium der Reduction befindet, lassen zunächst bei schwächerer Vergrößerung erkennen, daß die Lumina der Kanäle im Innern nur verhältnismäßig wenig enger geworden sind; ein Vergleich der Fig. 3 mit einem durch einen normalen Schwamm geführten Schnitt (s. etwa WELTNER, 1896, S. 280, Fig. 2 und S. 283, Fig. 4) dürfte dies deutlich zeigen. [Die in dem

Fig. 4.



Schnitt durch einen Parenchymstrang einer in Reduction befindlichen *Spongilla lacustris*. Zeich.-Prisma. Vergr. etwa 800. Die Grundsubstanz (Mesogloea) ist zurückgetreten; die Zahl der Zellen pro Flächeneinheit gestiegen; die Geißelkammern zeigen verschiedene Stadien der Reduction (Ähnlichkeit mit »Winterstadium«). *a* Archäocyten mit dunklerem Plasma und Kern mit Nucleolus, *a*<sub>1</sub> Amöbocyten ohne Plasmaeinschlüsse, *a*<sub>2</sub> Theocyten, mit Plasma-(Nahrungs-)einschlüssen, *c* Geißelkammern in Reduction, Choanocyten, *d* dermale Zellelemente, helleres Plasma, Kern ohne Nucleolus, *d*<sub>1</sub> die inneren Hohlräume auskleidendes Epithel (Pinacocyten), *ma* Bruchstücke einer Macrosclere, *mi* Microsclere.

Bilde angegebenen Gemmulae bzw. Gemmulaanlagen haben keine Beziehung zu dem Reduktionsvorgang, worauf noch zurückzukommen sein wird.]

Dagegen wird bei Betrachtung der Schnitte mit stärkerer Vergrößerung (Fig. 4) sofort auffallen, daß die Mesogloea, die Inter-cellular- oder Grundsubstanz des Schwammparenchyms, an Masse stark abgenommen hat, während umgekehrt im Verhältnis dazu die Zahl der Zellen pro Flächeneinheit bedeutend gestiegen ist.

Man vergleiche hierzu Fig. 4 mit den von WELTNER (1896, S. 283 oder auch 1907, S. 280, Fig. 1) gegebenen Abbildungen normaler Spongilliden. Die einzelnen Zellen selbst lassen, wie dies auch in Fig. 4 darzustellen versucht wurde, eine Dedifferenzierung erkennen.

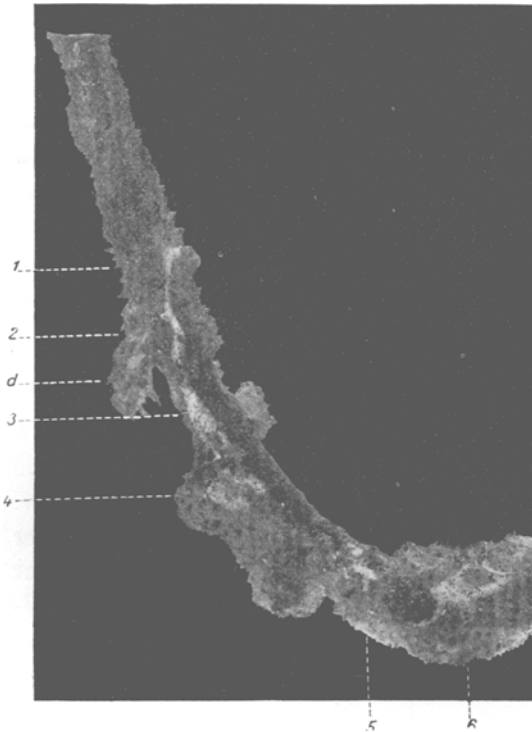
Die Pinacocyten ( $d_1$ ), welche die Kanäle auskleiden, sind als solche noch bestimmbar; desgleichen die Choanocyten ( $c$ ), die Kragengeißelzellen, obgleich sie zum Teil schon eigentümliche noch zu besprechende Degenerationserscheinungen zeigen. Das übrige Zellmaterial läßt sich hinsichtlich der histologischen Struktur nur noch in 2 Gruppen sondern, zur einen gehören Zellen mit dunkler tingierbarem Plasma sehr feinwabigen Baues, die einen bläschenförmigen Kern mit deutlichem, stark färbbarem Nucleolus enthalten, sie seien fortan als »Archäocyten« bezeichnet (siehe Fig. 4a,  $a_1$ ,  $a_2$ , 9a, 12—16a); die zweite Gruppe bilden die an Zahl geringeren »Dermalzellen« ( $d$ ), die einen Kern ohne Nucleolus besitzen, oder einen solchen mit einer größeren Anzahl kleiner Nucleolen, besonders gut lassen sie sich immer an ihrem sehr hellen, stärker lichtbrechenden Plasma, das eine weitmaschigere Struktur zeigt, von den »Archäocyten« unterscheiden (s. auch Fig. 4d, 9d, 12 bis 16d). Eine genauere Bestimmung der einzelnen Zellen, ob sie etwa als Collencyten, Desmacyten, Silico- oder Spongioblasten bzw. -klasten usf. zu bezeichnen wäre, ist schon in diesem Stadium der Reduction unmöglich geworden. Bezüglich der Zellen-Nomenclatur vergleiche meine Arbeit über »Das Regenerationsvermögen der Süßwasserschwämme« (diese Zeitschr. Bd. XXXII. S. 429 ff.). Dort ergab sich eine ganz gleiche Einteilung des dissociierten Zellmaterials der Spongilliden in die drei Gruppen der Choanocyten, Archäocyten und Dermalzellen. Man vergleiche hierzu auch MAAS (1893) und JÖRGENSEN (1910, S. 168), die die differenzierten Zellen, zumal der Kieselschwämme, in zwei ganz analoge Hauptgruppen hinsichtlich ihrer plasmatischen- und Kernstruktur sondern. Die 3. Gruppe bilden auch hier die gastraln Elemente, die Choanocyten.

Ausdrücklich betonen möchte ich, daß beide Zellarten keinerlei Degenerationserscheinungen ähnlich den in Fig. 1 dargestellten zeigten. Die Dermalzellen hatten das gleiche Aussehen wie die eines normalen Schwammes: die Archäocyten zeigten insofern eine Veränderung, als sie mit Nahrungsmaterial mehr beladen waren wie gewöhnlich, ähnlich den Archäocyten, die bei der Gemmulation die Archäocytenaggregate, die Gemmulaanlagen, bilden; es werden

also mehr Thesocyten ( $a_2$ ) (dotterbeladene Amöbocyten) als Amöbocyten ( $a_1$ ) gefunden, während im normalen Schwamm die Zahl der Amöbocyten zu überwiegen pflegt (WELTNER, 1907).

Irgendwelche Ansammlungen von Archäocyten, die man als Gemmulaanlagen hätte deuten können, wurden nicht gesehen.

Fig. 5.



*Spongilla lacustris*, sehr stark reduziert. Totalpräparat. Photogr.,  $\frac{2}{3}$  nat. Gr. Weichkörper in einzelne Stränge 1—6 zerfallen, die zum Teil durch dünne Verbindungsfäden noch zusammenhängen. Bei d ein bei der Reduction, dem Rückzug des Weichteils, über dem Skelet hängengebliebener Teil der Dermalhaut.

Am meisten verändert zeigen sich die Geißelkammern (Figur 4c) und die einzelnen Choanocyten. Intakte Geißelkammern waren nur noch wenige vorhanden. Zumeist waren sie schon stark reduziert, das Lumen verringert oder ganz verschwunden, so daß nur eine Gruppe sehr kleiner Zellen die ehemaligen Geißelkammern erkennen ließ. Die Choanocyten selbst zeigten keine Geißel und keinen Kragen mehr; ihr Plasma hatte zumeist noch normales

Aussehen; dagegen waren die Kerne stark degeneriert (Fig. 10 und 11). Im normalen Zustand ist ihr Chromatin in Form feinsten Kügelchen im ganzen

Kern verteilt (Fig. 10—12c<sub>1</sub>); hier zeigt es sich auf einen unregelmäßig gestalteten, sehr stark tingierbaren Klumpen (Fig. 10 und 11c<sub>2</sub> u. c<sub>3</sub>). Das Aussehen der degenerierten Choanocytenkerne ist sehr charakteristisch, so daß etwa freie vereinzelte Geißelkammerzellen leicht zu erkennen sind.

Im ganzen genommen, wird eine Betrachtung der Fig. 4 und die Beschreibung der an ihr gewonnenen histologischen Befunde an die

Verhältnisse erinnern, wie sie seit LIEBERKÜHN (1856) und METSCHNIKOFF (1879) von im Winter gefundenen Spongillen bekannt und genauer von WELTNER (1907, S. 279) als »Winterstadium« der Spongilliden beschrieben worden sind. Hier wie dort finden wir, daß »die Geißelkammern an Zahl sehr zurückgetreten sind« und daß »das Parenchym viel mehr Zellen und weniger Intercellularsubstanz enthält, als bei den meisten Exemplaren der Sommermonate«. Leider finden sich keine Angaben darüber, ob die Schwämme im Winterstadium auch eine Volumverkleinerung ihres Weichkörpers aufweisen. Ich selbst habe bis jetzt in der hiesigen Gegend noch keine perennierenden Schwämme gefunden, kann also darüber ebenfalls nichts aussagen. Jedenfalls liegt die Vermutung nahe, das Winterstadium mit dem beschriebenen Reduktionsstadium zu vergleichen. Es wird im 2. Teile auf diesen Vergleich noch zurückzukommen sein.

Die Reduction oder Konzentration der Zellenmasse des Schwammes geht nun derart weiter, daß der zuerst noch zusammenhängende, nur in Richtung distal-proximal stark zurückgezogene Weichkörper in einzelne Stränge sich sondert, so daß Bilder wie das in Fig. 5 wiedergegebene auftreten.

Die einzelnen Stränge 1—6 sind zunächst noch durch dünne Fäden verbunden, aber auch diese zerreißen bald, so daß verschieden geformte und ungleich große Parenchymkomplexe entstehen (Fig. 6).

Daß bei diesen Reductionen die Rückbildung des Zellmaterials im einzelnen verschieden schnell erfolgen kann, dürfte die Fig. 6 erkennen lassen. Es sind hier zwei solcher Komplexe den Umrissen nach angegeben. Der eine zeigt ein deutliches Oscularrohr, vor dem eine noch gut nachweisbare, wenn auch verhältnismäßig sehr geschwächte Wasserströmung wahrzunehmen war. So ließ sich wenigstens für diesen Zellenkomplex auch äußerlich schon feststellen, daß derartige Reduktionsvorgänge zu unterscheiden sind von einer Degeneration, einem Absterben des Zellmaterials, wovon ja hierbei keine Rede sein konnte.

Im übrigen waren bei allen andern Zellkomplexen keine Oscularrohre mehr vorhanden, zumeist waren sie schon eingezogen und rück-

Fig. 6.



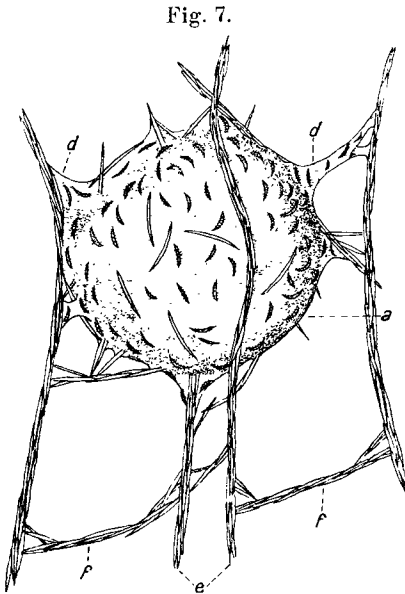
Reduzierte *Ephydatia Mülleri*.  
Nat. Gr. Der Weichkörper des  
Schwammes auf einzelne Kom-  
plexe reduziert, deren eines  
noch ein Oscularrohr auf-  
weist.

gebildet worden an den der Fig. 5 entsprechenden Stadien. Es dürfte dies eine notwendige Folge der Rückbildung der Geißelkammern sein (Fig. 4, 10, 11), wodurch der Wasserstrom eingestellt wird und die Oscularrohre funktionslos und damit reduzierbar werden.

Nach etwa 12 Tagen war die Reduction und der Zerfall des Weichkörpers in immer kleinere Zellkomplexe so weit fortgeschritten, daß die Endstadien der Reduction erreicht schienen. Es traten jetzt an einzelnen von ihnen Degenerations-, Zerfallerscheinungen

auf, was sich jedesmal äußerlich an einem Flockigwerden des sonst scharf konturierten Komplexes und der Ansammlung von Infusorien an solchen degenerierenden, der Nekrose anheimfallenden Zellkomplexen zeigte.

Als Resultat des Reduktionsprozesses war nunmehr folgendes Bild entstanden: Das gesamte Skelet war in seiner ursprünglichen Anordnung erhalten; die einzelnen Spiculazüge waren von etwa hängen-gebliebenem, zerfallendem Zellmaterial fast vollkommen frei; dieses selbst war auf ein äußerst kleines Volumen konzentriert, in Gestalt vieler kleiner, etwa 1 bis 2 mm an Durchmesser fassender.



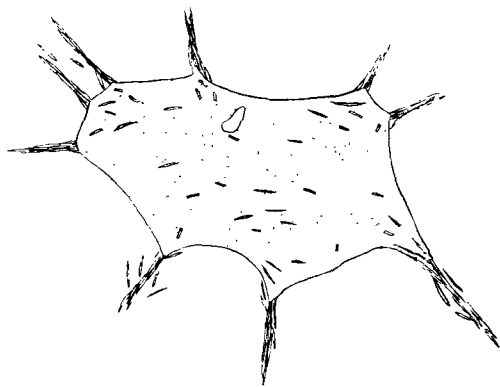
Reductie, ein als Resultat des Reduktionsprozesses entstandener Reduktionskörper. Totalpräparat. Vergr. etwa 105. *a* kompakte Zellenmasse der Reductie, *d* nach außen abschließende Haut (Rest der Oberhaut?), *e* Hauptzüge des Schwammskelets, *f* Querbalken desselben.

gelblich-grüner Komplexe kuglig-ovaler Gestalt, die zwischen den einzelnen Spiculazügen oder um einen solchen als Achse lagen (Fig. 7). Bei flüchtigem Hinsehen hätte man die Gebilde als Gemmulae ansprechen können, die ja auch etwa gleiche Größe besitzen; eine genauere Betrachtung, selbst ohne Lupe, lehrte indes, daß sie gar keine Ähnlichkeit mit diesen aufweisen. Sie sollen daher in der Folge — es wird weiter unten noch gezeigt werden, daß sowohl der Bau, als auch die Entstehungsweise beider Gebilde eine Identifizierung oder ein Analogsetzen derselben unmöglich macht — zum Unterschied von diesen als Reduktionskörper oder kurz Reductien bezeichnet werden.

### III. Die Reductionen.

Was den äußeren Bau einer solchen Spongilliden-Reductie anlangt, so läßt schon ein Vergleich der Fig. 7 mit der Fig. 2 erkennen, daß sie sich als das Resultat einer immer weiter fortgeschrittenen Reduction und Konzentration des Schwammparenchyms darstellt. Wir sehen eine kuglige Zellenmasse (*a*), umgeben von einer ihr meist direkt aufliegenden epithelartigen Haut (*d*), die ganz der Dermalhaut eines Schwammes gleicht und wie diese zahlreiche Microscleren eingelagert enthält; nur vereinzelt ist eine Macroscelere in ihr sichtbar. An wenigen Stellen, besonders an den Skeletzügen, die dem Rückgleiten der Dermalhaut immerhin einigen Widerstand entgegensetzt, sind hellere, durchscheinendere Partien vorhanden, die man als letzte Reste von Subdermalräumen deuten könnte.

Wie eine Gemmula liegt die Reductie meist zwischen Spiculazügen, doch laufen auch oft Spiculazüge in ihr Inneres (s. Fig. 8), was gemäß ihrer Entstehungsweise bei den Gemmulis nie vorkommen dürfte.



Schnitt durch Reductie, vgl. Text. Zeich.-Prisma.  
Vergr. etwa 105.

Von einer Dauerhülle, etwa einer Chitinmembran, oder auch einer Anlage zu einer solchen, ließ sich nichts erkennen. Eine Folge hiervon dürfte es wohl gewesen sein, daß die Reductionen, in dem Skeletnetz belassen, sämtlich degenerierten unter den schon angegebenen Erscheinungen. Als Dauerzustände, ähnlich den Gemmulis der Spongien, den Statoblasten der Bryozoen oder den neuerdings gefundenen Winterknospen der Ascidien (KERB, 1908), dürften die Reductionen schon deshalb kaum aufzufassen sein.

Werden sie dagegen in günstigere Lebensbedingungen gebracht, so können sie aus sich neue Individuen entstehen lassen. So wurde es, leider nur in einem Falle — es konnten allerdings nur wenige Versuche gemacht werden, da nicht viel Material zur Verfügung stand — beobachtet, daß eine aus dem Skelet iso-

lierte und in eine Schale mit frischem Wasser versetzte Reductie sich zu einem kleinen, mit Oscularrohr und Skelet versehenen Schwämmchen entwickelte. Die Bilder, die sich im Verlaufe der Regeneration, beim Festsetzen und Ausbreiten der Zellenmasse auf dem Boden der Glasschale und deren weiterer Ausbildung zu einem kleinen Schwämmchen, zeigten, waren denen ganz ähnlich, die bei der Entstehung von Spongillen aus jenen Zellkugeln sich darbieten, wie sie bei der Regeneration nach Dissociation und Reunion beschrieben wurden (Arch. f. Entw.-Mech. Bd. XXXII. S. 408 ff.). Bezüglich der Einzelheiten dieses Regenerationsvorganges darf ich daher auf meine dort gegebene Darstellung verweisen.

Über die Lebensfähigkeit dieser aus einer Reductie gebildeten Spongille kann ich leider nur mitteilen, daß sie nach Entstehung des Oscularrohres noch 6 Tage lebte; sie war mit der Schale in ein Schwammaquarium gesetzt worden und fiel in diesem auftretenden Pilzwucherungen zum Opfer, gleich den gelegentlich der Beschreibung von Regenerationsversuchen an Spongilliden angeführten jungen Schwämmen. Doch dürfte namentlich auch unter Berücksichtigung der dort gegebenen Befunde kein Grund zu der Annahme vorliegen, daß den aus Reductien entstandenen Spongillen eine geringere Lebenskraft und Lebensdauer zukomme, als normal aus Larven oder Gemmulis entwickelten Tieren.

Von besonderem Interesse mußte natürlich eine histologische Untersuchung einer solchen Reductie sein. Es ließ sich an Schnittbildern folgendes feststellen. Zur Konservierung diente heißes Sublimat [ $\frac{1}{2}$  Stunde], das bei andern Spongillidenuntersuchungen sich mir als bestes und zweckmäßigstes Konservierungsmittel gezeigt hatte, zum Färben der 3–5  $\mu$ -Schnitte wurde Hämatoxylin nach DELAFIELD angewendet.

Das Innere der Reductie bildet ein dichtes Zellengewirr, in dem Kanäle oder etwaige Überreste von solchen, die obliterierten, nicht oder nur selten zu erkennen sind (s. Fig. 8 und 9). Dagegen finden sich zwischen den einzelnen Zellen zahlreiche Nadeln und Nadelreste, die wohl von ursprünglich intakten, nur durch das Schneiden zerbrochenen Nadeln herrühren. Meist sind es Microscleren, doch fallen dazwischen auch Macroscleren auf, durchziehen doch bisweilen, wie wir hörten und auch Fig. 8 erkennen läßt, Spiculazüge das Innere einer Reductie.

Nach außen wird die Zellenmasse abgeschlossen durch ein dünnes Häutchen abgeflachter Zellen nach Art eines Follikelepithels

(Fig. 9d), ganz ähnlich dem, das die schon erwähnten Zellkugeln bei der Regeneration nach Dissociation und Reunion (dieses Archiv. Bd. XXXII. S. 435/6) umschließt. Besonders betonen möchte ich, daß kein Schnitt eine etwa chitinhaltige Lamelle, eine Dauerhülle, oder auch nur die Anlage zu einer solchen, vielleicht in Form eines Cylinderepithels (vgl. die Entstehung der Gemmulahülle!) aufwies.

Fig. 9.



Schnitt durch Reductie (*Spongilla lacustris*). Zeich.-Prisma. Vergr. etwa 800.

*a* Archäocyten: *a*<sub>1</sub> Amöbocyten, *a*<sub>2</sub> Thesocyten, *a*<sub>3</sub> Thesocyten, deren Kerne unsichtbar, da im Schnitt nicht getroffen; *d* dermale Elemente: *d*<sub>1</sub> die Reductie nach außen abschließendes Epithel; *ma* Macrosclerenbruchstück; *c*<sub>3</sub> durch Phagocytose aufgenommene Choanocytenkerne; *ph*<sub>1-5</sub> fünf Stadien von Phagocytose, Aufnahme von dermalen Elementen durch Archäocyten.

Was die histologische Zugehörigkeit der das Innere einer Spongillidenreductie erfüllenden Zellenmasse angeht, so sind die meisten Zellen der Gruppe der Archäocyten (*a*) zuzuzählen, und zwar treten uns die meisten von diesen als Thesocyten (*a*<sub>2</sub>) entgegen, also als Amöbocyten, die mit mehr oder weniger ungleich großen Nahrungspartikeln beladen sind und wie jene bläschenförmigen Kern mit deutlichem Nucleolus und dunkler tingiertes Plasma besitzen;

sie sind in Fig. 4 und 9 mit  $a_2$  bzw.  $a$  bezeichnet. Amöbocyten ( $a_1$ ) sind nur wenige noch zu finden. Es ist anscheinend die Tendenz vorhanden, möglichst viel Nahrungsstoffe aufzuspeichern, die nachher als Reservematerial bei der Regeneration und Neubildung von Zellmaterial verwendet werden dürften. Es erinnert dies an die Befunde beim Gemmulationsvorgang, wo ja auch die die Gemmulakeimmassen bildenden Zellaggregate aus Thesocyten bestehen, die schließlich soviel Nahrungs- oder Dottermaterial aufgespeichert haben, daß durch die auch sehr stark färbbaren Dotterkugeln der Kern oft ganz verdeckt und unsichtbar wird. [In unserm Falle dürfte das Fehlen eines Kernes wohl nur darauf zurückzuführen sein, daß er auf dem betr.

Fig. 10.

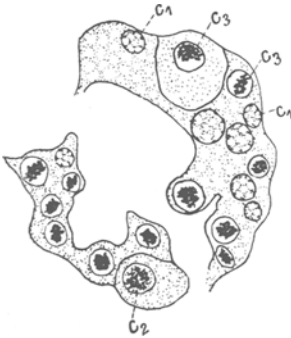


Fig. 11.



Fig. 10 und 11. Geißelkammern in Reduction. Zellgrenzen zwischen den einzelnen Choanocyten meist geschwunden. Zeich.-Prisma. Vergr. etwa 1200.  $c_1$  Choanocytenkern normalen Aussehens,  $c_2$  Degenerationsstadium, Verdichtung des Chromatins,  $c_3$  häufigstes Degenerationsstadium, Chromatin zu unregelmäßiger, stark tingierbarer Masse zusammengeballt.

Schnitt (Fig. 9  $a_4$ ) nicht getroffen wurde. Es gehört dies bei Schwamm-schnitten nicht zu den Seltenheiten, wenigstens was die Archäocyten und Dermalzellen angeht (s. auch WELTNER, 1907, S. 280)].

Unter den Einschlüssen der Thesocyten ( $a_2$ ,  $a_1$ ) fallen uns solche von besonderem Aussehen auf (Fig. 9  $c_3$  u. 12—16  $c_3$ ), die kugelförmig und scharf konturiert erscheinen und in sich eine unregelmäßig geformte, stark tingierbare, chromatinähnliche Masse zeigen. Sie erinnern dadurch an die besprochenen, in Degeneration befindlichen Choanocytenkerne (Fig. 10 u. 11  $c_3$ ) und dürften auch als solche angesprochen werden, wie noch gezeigt werden soll.

Außer den zur Gruppe der Archäocyten zu rechnenden Amöbocyten und Thesocyten finden sich in den Reductionen auch noch ziemlich zahlreiche die weiter oben schon als Dermalzellen bezeichneten, mit bedeutend hellerem Plasma und Kern ohne Nucleolus, mit ver-

teiltem Chromatin, versehenen Zellen (*d*). Auch wenn der Kern im Schnitt nicht getroffen sein sollte, lassen sich beide Zellgruppen immer leicht durch die Verschiedenartigkeit ihres Plasmas unterscheiden.

Da die Dermalzellen im Verhältnis zahlreicher vorkommen als im normalen Schwamm, liegt die Vermutung nahe, sie zum Teil als rückdifferenzierte Pinacocyten oder Desmacyten oder auch Collencyten anzusprechen. Erstere, die normalerweise alle inneren Hohlräume der Schwämme, Subdermalräume, Kanäle usw. auskleiden, zeigen ja hinsichtlich ihres Kernes und Plasmas gleiches Aussehen wie die Dermalzellen; und dasselbe gilt für die Collencyten, die bindegewebsartig mit mehr oder weniger langen Ausläufern versehenen, im Parenchym verstreuten Zellen.

Außer den beiden genannten Zellgruppen finden wir in den Reductionen keine weiteren Zellarten. Besonders fällt in ihnen das vollkommene Fehlen von Kragengeißelzellen auf. Es stellen sich also die beobachteten Spongillidenreductionen dar als Komplexe dicht gelagerter, nur von einem dünnen Epithel abgeflachter Zellen umschlossener Archäocyten und Dermalzellen, zwischen denen verstreut Nadeln liegen.

Soweit erinnern die Reductionen hinsichtlich ihres histologischen Baues an die schon erwähnten, bei der Regeneration nach Dissociation und Reunion auftretenden Zellaggregate; nur finden sich naturgemäß keine Nadeln im Innern der letzteren, wie es ja deren Entstehung durch Reunion dissociierten Zellenmaterials, aus dem sorgfältigst alle Nadeln entfernt wurden, mit sich bringt (vgl. meine früheren Angaben, Arch. f. Entw.-Mech. Bd. XXXII. S. 417, 433—35 und 437).

#### IV. Die Rückdifferenzierung von Zellenmaterial bei der Bildung der Reductionen und die Phagocytose durch Archäocyten.

Es wurde schon darauf hingewiesen, daß in den Schnitten in Reduction befindlicher Schwämme (Fig. 3) Ansammlungen von Zellen der beiden, die Reduction zusammensetzenden Gruppen, also Aggregate von Archäocyten und Dermalzellen, nach Art der bei Gemmulation auftretenden, die Gemmulaanlagen darstellenden Archäocyten-Aggregate oder »Archäocyten-Congeries«, nicht zu finden waren. Andererseits ließen schon die rein äußerlichen Beobachtungen erkennen, daß — wie auch hervorgehoben wurde — die Reductionen als Resultat einer immer weiter gehenden Reduction und Konzentration der gesamten Weichmasse des Schwammes entstehen. Es fragt sich nun,

lassen sich über den Verbleib der im normalen Schwamm außer den Archäocyten und Dermalzellen noch zu unterscheidenden Zellarten bestimmte Aussagen machen?

Einmal wird man wohl nach Analogie ganz ähnlich verlaufender Reductionerscheinungen, wie sie an Hydren von R. HERTWIG (1906), E. SCHULTZ (1906), an Planarien von E. SCHULTZ (1904) und BERNINGER (1911), an Ascidien von H. DRIESCH (1902 und 1906) und E. SCHULTZ (1907), und an Kalkschwämmen von O. MAAS (1906 und besonders 1910) beobachtet wurden, und auch nach Analogie der schon länger bekannten und genauer untersuchten regulatorischen Reductionen, Einschmelzungsvorgängen nicht ganzer Tiere, sondern bestimmter Körperteile, wie sie z. B. von DRIESCH bei Regenerationsversuchen an Tubularien (1902), von RIBBERT (1897 und 1898) bei Transplantationsversuchen von Gewebekomplexen beobachtet und für die eine Zellendedifferenzierung spezialisierter Gewebe ausdrücklich festgestellt wurde [s. auch E. SCHULTZ' Zusammenstellung von Zellenrückdifferenzierung (1908)], nach Analogie dieser Vorgänge wird man also auch für unsre Spongillidenreduction bzw. für die dabei in Betracht kommende Einschmelzung von Zellenmaterial eine Rückdifferenzierung oder Embryonalwerden bestimmter Zellengruppen annehmen dürfen.

So wurde schon oben aus andern Gründen die Vermutung ausgesprochen, daß ein Teil der in den Reductionen relativ zahlreich vorhandenen Dermalzellen als aus rückdifferenzierten Pinacocyten, Desmacyten und Collencyten bestehend anzusehen sei; desgleichen kann man wohl auch für die Silico- und Spongoblasten, die das hellere Plasma der Dermalzellen und Kern ohne Nucleolus besitzen, eine Dedifferenzierung in Dermalzellen annehmen. Sofern wir in diesem Falle überhaupt von Rückdifferenzierung reden können, da schon unter normalen Verhältnissen die Silico- und Spongoblasten von den Dermalzellen nur zu unterscheiden sind, wenn sie gerade in Funktion sind, d. h. also eine Micro- oder Macrosclere bzw. Spongien ausscheiden. Histologische Veränderungen hinsichtlich der Plasmastruktur und des Kernbaues würden auch für eine Rückdifferenzierung der Pinaco-, Desma- und Collencyten kaum in Betracht kommen, sondern nur eine Gestaltsänderung der Zelle, die ja bei Funktionsverlust leicht denkbar ist. Übergangsbilder zwischen den spindelförmigen Pinaco- und Desmacyten oder den bindegewebszellenartigen Collencyten einerseits und den rundlichen Dermalzellen anderseits würden sich leicht zusammenstellen lassen, dürften aber wohl kaum

speziell für eine Rückdifferenzierung in unserm Falle beweisend sein, da ja auch normalerweise selbst die ziemlich gleichgestalteten Pinacocyten stets formveränderlich sind (s. WELTNER, Spongilliden-Studien V. 1907. S. 276) und »Rückdifferenzierungen . . . bei den Zellen des mesodermalen Blattes durchaus nicht zu den Seltenheiten gehören« (JÖRGENSEN, 1910, S. 171), können doch nach MINCHIN (1898 und 1908) und MAAS (1900) »die Bildungszellen von den von ihnen gebildeten Spiculae abgleiten und wieder epitheliale Verwendung finden«. Ebenso lassen sich auch für eine Rückdifferenzierung der im normalen Schwamm vorkommenden Zellen mit dunklerem Plasma und Kern mit Nucleolus in die amöbocytenartigen Archäocyten keine streng beweisenden Bilder bringen. Da die in Frage kommenden Zellarten, die Amöbocyten, Thesocyten, Chromocyten, Throphocyten, Statocyten und Tococyten, mit Ausnahme der durch ihre bedeutende Größe kenntlichen Tococyten, der Eier, und der reifenden Spermacysten, hinsichtlich ihrer histologischen Struktur und ihrer gleich wechselbaren amöbenartigen Form nicht voneinander zu unterscheiden sind, sondern nur durch ihre Funktion und etwaige Plasmaeinschlüsse, besteht ihre Entdifferenzierung gewissermaßen nur in dem Aufgeben ihrer speziellen Funktion, etwa des Nahrungstransportes oder der Ernährung eines Eies usw.

Es bleiben die gastraln Elemente, die Choanocyten. Diese sind nun anscheinend einer solchen Rückdifferenzierung, eines Embryonalwerdens nicht fähig. Ihr Verschwinden dürfte wohl ziemlich sicher auf Phagocytose durch Archäocyten zurückzuführen sein. Zwar war ich zunächst geneigt, auch für die Geißelzellen Rückdifferenzierungsvorgänge anzunehmen, zumal WELTNER (1907, S. 279) eine Umbildung der Kragenzellen bei den Ephydatien, die ins »Winterstadium« treten, in dem ihnen die Geißelkammern fehlen, eine Umbildung also zu amöboiden Zellen, eben den Archäocyten, für möglich hält, wobei er daran erinnert, »daß HAECKEL (1872, Bd. I., S. 37) von amöboiden Zuständen der Kragenzellen berichtet und daß MASTERMAN (1894) die Umwandlung der Choanocyten in amöboide Wanderzellen und ihr Eintreten in die Mesogloea bei *Sycandra* verfolgt hat«<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Daß MAAS (1906, S. 596) den gleichen »Freißprozeß« für ähnliche Erscheinungen beschreibt, die er bei »langsamer, aber lange fortschreitender Umänderung des salzigen Mediums« an Syconen beobachtete, wurde mir erst später bekannt, und seine neueste, genauere Darstellung des Vorganges (1910, S. 103/4 u. 107) erschien erst bei der Drucklegung meiner diesbezüglichen Mitteilungen (im Zool. Anz. Bd. 36. S. 114—121).

Doch fand ich trotz eifrigen Suchens keine Bilder, die auf eine Rückbildung der Choanocyten in Archäocyten, oder auch, wie weniger anzunehmen war, in Dermalzellen hätten schließen lassen können.

Dagegen mußte die schon erwähnte Ähnlichkeit vieler in den Archäocyten der Reductien sichtbaren Einschlüsse (Fig. 12—16  $c_3$ ) mit den degenerierenden Choanocytenkernen (Fig. 10 und 11  $c_3$ ) auffallen und darauf hindeuten, daß die Lösung der Frage wohl in anderer Richtung zu suchen sei. Viele der Einschlüsse zeigten zunächst durchaus verschiedenes Aussehen von den gewöhnlichen, ungleich gestalteten und meist nicht scharf konturierten Nahrungskörpern der Archäocyten (s. Fig. 12—16  $n$ ), waren auch durchaus den mir aus andern Untersuchungen wohl bekannten Nahrungs- oder Dotterkugeln

Fig. 12.

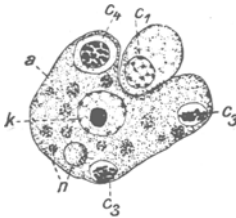
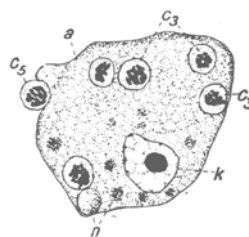


Fig. 13.



Phagocytose gastraler Elemente durch Archäocyten. Fig. 12 Aufnahme eines Choanocyten mit noch normal aussehendem Kern. Fig. 13 Phagocytose eines freien, degenerierten Choanocytenkernes. Pseudopodienbildung des Archäocyten. Zeich.-Prisma. Vergr. etwa 1200.

$a$  Archäocyten,  $k$  dessen bläschenförmiger Kern mit Nucleolus,  $n$  Plasma-(Nahrungs-)Einschlüsse,  $c_1$  Choanocytenkern normalen Aussehens,  $c_2$  phagocytierte, degenerierte, aber noch nicht resorbierte Choanocytenkerne,  $c_3$  phagocytierte Choanocyten, Plasma schon zum Teil resorbiert, Kern im Degenerationszustand,  $c_4$  freier, degenerierter Choanocytenkern in Phagocytose.

der Gemmulaeizellen oder der die Archäocytenaggregate, die Gemmulaanlagen, bildenden Zellen unähnlich. Dagegen stimmten sie sowohl hinsichtlich ihrer scharf konturiert-kugligen Gestalt, als auch der starken Tingierbarkeit der inneren, verschieden geformten, klumpigen, anscheinend zusammengezogenen chromatinähnlichen Masse mit den degenerierenden Choanocytenkernen überein. Berücksichtigt man dazu die Tatsache, daß in den der Fig. 4 entsprechenden Schnitten noch keine derartigen Einschlüsse in den Archäocyten sich finden, sie dagegen zahlreich nach Schwund der Geißelkammern und freien Kragenzellen in den Archäocyten der Reductien (Fig. 9) auftreten, so wird die Annahme gerechtfertigt erscheinen, die fraglichen Einschlüsse der Archäocyten als die Überreste von durch Phagocytose aufgenommenen Kragenzellen, deren Plasma schon resorbiert sein würde, d. h. also als deren noch nicht resorbierte Kerne, anzusehen. »Ein solcher

Freißprozeß an sich ist . . . nichts Merkwürdiges«, sagt MAAS (1906, S. 597), »denn er findet auch . . . bei der Eibildung statt.« Und JÖRGENSEN (1910, S. 169, 189 ff.) gibt eine genaue Schilderung von Phagocytose durch Syconeneier. DELAGE (1892) hatte für die normale Metamorphose schon einen ähnlichen Freißprozeß angenommen, nach NÖLDEKE (1894, S. 170 ff.) werden hier »die Ectodermzellen von den Amöboidzellen . . . gefressen«.

Soweit nun in dieser Frage ein Beweis an nicht lebendem Material möglich ist, dürften wohl die Fig. 12 und 13 einen solchen erbringen. Sie wurden von mehreren derartigen Bildern ausgewählt, die offenbar Stadien einer Phagocytose darstellen.

Gleichzeitig zeigen sie, daß sowohl freie, noch intakte Kragenzellen mit noch normalem Kern, Fig. 12 (Kragen und Geißel sind ja meist nicht zu erkennen, vgl. dies. Arch. Bd. XXXII. S. 432), aufgenommen werden können, als auch Reste degenerierender Choanocyten, wie isolierte Kerne mit den charakteristischen Degenerationserscheinungen (vgl. Fig. 13 und 10, 11). Ein Vergleich der Fig. 12  $c_3$  und 13  $c_3$  mit 13  $c_5$  und 10  $c_3$  oder 11  $c_3$  wird die strukturelle Übereinstimmung der Gebilde deutlich erkennen lassen. Ebenso tritt der Unterschied zwischen den gewöhnlichen Nahrungspartikeln (Fig. 12  $n$ , 13  $n$ ) und den aufgenommenen Choanocytenkernen zutage.

Die gefressenen Kragenzellen und ihre Kerne dürften wohl einer allmählichen Resorption anheimfallen und dann von den übrigen Nahrungskörpern nicht mehr zu unterscheiden sein, wie es aus Übergangsbildern zu schließen ist.

Wir dürfen es somit als ziemlich wahrscheinlich annehmen, daß bei der Reduction eine Rückbildung der Gastralzellen in amöboide Zellen, in Archäocyten, nicht stattfindet, sondern die ersteren von den Archäocyten durch Phagocytose aufgenommen und resorbiert werden.

Fraglich würde es nur sein, ob auch alle zerfallenden Choanocyten aufgefressen werden und ihr Material auf die Art gewissermaßen als Reservestoff aufgespeichert werden kann. Die Zahl der ursprünglich vorhandenen Geißelkammern verglichen mit den bei dem Reduktionsprozeß resultierenden Reductionen bzw. den in ihren Archäocyten sichtbaren gefressenen Choanocytenkernen läßt auf eine verneinende Antwort schließen. Auch kann man hier und da sowohl in den Fig. 4 entsprechenden Schnitten als auch in Reductionen kleine Detritusballen mit degenerierten Choanocytenkernen beobachten, die wie alle inneren Höhlungen eines normalen Schwammes durch ein

Epithel abgeflachter Dermalzellen von dem lebenden Zellmaterial abgetrennt sind und wohl ausgestoßen werden.

Phagocytose kommt nun aber nicht nur als Ursache für das Verschwinden der Gastralzellen in Betracht. Unzweideutige Bilder (Fig. 9 *ph*<sub>1-5</sub>, 14—16) deuten darauf hin, daß auch eine Aufnahme und wahrscheinlich Resorption von Dermalzellen durch die Archäocyten statthat. Schon aus der Fig. 9 dürfte hervorgehen, daß auch diese Phagocytose in ziemlich weitgehendem Maße vorkommt, sind doch in dem Schnitt allein fünf Bilder zu erkennen, die zweifellos als Stadien des Freißprozesses anzusehen sind. Die Fig. 14 bis 16 zeigen Einzelbilder der Aufnahme von Dermalzellen durch

Fig. 14.

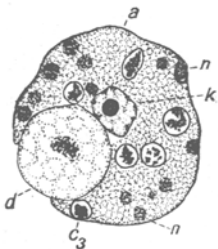


Fig. 15.

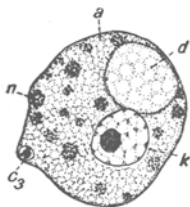
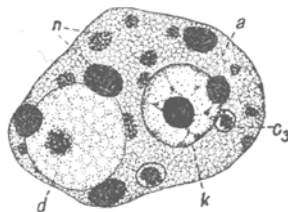


Fig. 16.



Phagocytose von dermalen Elementen durch Archäocyten. Zeich.-Prisma.

Fig. 14 Dermalzelle *d* noch nicht vollständig von dem Archäocyten umschlossen. Ihr Kern in Zerfall (Chromatolyse). Vergr. etwa 1200. Fig. 15 Dermalzelle *d* im Archäocytenplasma eingeschlossen; ihr Kern nicht getroffen. Vergr. etwa 1200. Fig. 16 Dermalzelle mit degeneriertem Kern vollständig eingeschlossen. Wabenstruktur des Plasmas beider Zellen im Helligkeitsunterschied und natürlichen Größenverhältnis wiedergegeben. Vergr. etwa 1500.

*a* Archäocyt, *k* Kern des Archäocyten, *d* Dermalzelle, *c3* phagocytierte Choanocytenkerne, *n* Plasmaeinschlüsse des Archäocyten.

Archäocyten. Die Kerne der betreffenden Dermalzellen (*d*) erscheinen nicht mehr im normalen Zustande, sondern ähnlich den degenerierenden Choanocytenkernen ist ihre Chromatinmasse zusammengeballt und stärker tinktionsfähig geworden (Fig. 14—16), außerdem der Kernumriß nicht mehr deutlich zu erkennen. Fig. 14 zeigt, wie analog etwa der Fig. 12 der Archäocyt (*a*) eine Dermalzelle (*d*) schon weit umschlungen hat, um sie in sich aufzunehmen. Häufiger sind entsprechend den zahlreicher vorhandenen, schon aufgenommenen, als den noch im Stadium der Aufnahme selbst befindlichen (Fig. 12, 13) gastraln Elemente auch hier die Stadien, in denen die Dermalzellen schon im Innern des Archäocyten vollkommen eingeschlossen sind, wie es Fig. 15 für einen solchen Plasmakomplex *d*, bei dem der Kern nur noch unsicher angedeutet schien — er wurde darum nicht eingezeichnet —, und Fig. 16 für einen noch mit Kern versehenen Plasmakomplex *d* erkennen lassen.

Es mag besonders betont werden, daß in allen diesen Fällen die in Archäocyten eingeschlossenen Plasmakomplexe *d*, mögen sie nun einen Kern noch besitzen (Fig. 16) oder nicht (Fig. 15), durch das ganz typische Aussehen des Plasmas selbst deutlich von Choanocyten — es ließ sich dies in der Zeichnung nicht gut wiedergeben, so daß man etwa die Gastralzelle *c*<sub>1</sub> in Fig. 12 für eine Dermalzelle halten könnte — und vor allem von den Archäocyten zu unterscheiden sind und mit Sicherheit als Dermalzellen sich bestimmen lassen; einmal durch ihr helles Aussehen und das starke Lichtbrechungsvermögen, dann aber auch durch ihre plasmatische Wabenstruktur, die in der gefressenen Dermalzelle *d* der Fig. 16 in dem natürlichen, bei der Vergrößerung (1500) sich darbietenden Größenverhältnis anzugeben versucht wurde.

Zellen, die hinsichtlich ihrer Plasma- und ihrer Kernstruktur als Übergangsstadien zwischen Dermalzellen und Archäocyten angesprochen und demgemäß für eine etwaige Rückdifferenzierung auch der Dermalzellen in die embryonalen Archäocyten geltend gemacht werden könnten, wurden nicht gefunden.

Es erscheint somit, wie für die Choanocyten, so auch für die Dermalzellen als wahrscheinlich, daß sie einer Rückbildung in Archäocyten nicht fähig sind, sondern auch für ihre Einschmelzung bei der Reduction nur eine Phagocytose durch die Archäocyten in Betracht kommt.

Diese Ergebnisse waren für mich zunächst etwas überraschend, da ja umgekehrt eine Entstehung von Choanocyten und auch der Dermalzellenkategorien aus den Archäocyten sowohl von der Embryonalentwicklung der Spongilliden [EVANS (1899), MINCHIN (1900, S. 84)], besonders von der Entstehung eines Schwammes aus dem Gemmulaeum [s. z. B. WELTNER (1907, S. 281 u. 283), GOETTE (1886), ZYKOFF (1892)], als auch von den Regenerationsprozessen her bekannt war, und zwar »bei einer durch Regeneration eines Schwammstückes erzeugten *Ephydatia*« (WELTNER, 1907, S. 283) und auch bei der Regeneration nach Dissociation und Reunion (MÜLLER, 1911). Doch dürften die Untersuchungen MAAS' (1910, S. 103—106) mit meinen Beobachtungen zusammen die Rückdifferenzierungsunfähigkeit der Gastralzellen und Dermalzellen in Archäocyten als ziemlich sicher erscheinen lassen.

Die Tatsache, daß in den beschriebenen Reductionen noch eine weitgehende Phagocytose von Dermalzellen durch Archäocyten nachgewiesen werden konnte, läßt vermuten, daß bei den Spongilliden

die Tendenz zur Bildung von Reductionen vorhanden ist, die schließlich nur noch aus einer Gruppe gleichartiger Zellen — analog der Gemmulakeimmasse — bestehen würde, eben aus den Archäocyten. Leider konnten solche Reductionen nicht beobachtet werden, doch erscheint nach den neuesten MAASSchen Befunden (1910) die Annahme als gerechtfertigt (s. Teil 2, S. 593).

Wir sehen somit auch bei diesen Reductionsprozessen, daß zuletzt die »embryonalsten« und am wenigsten differenzierten Zellen als die lebendigeren und widerstandsfähigeren übrig bleiben, was von DRIESCH, E. SCHULTZ, PRZIBRAM usf. für alle Reductionerscheinungen hervorgehoben wird (z. B. E. SCHULTZ, 1904, S. 573, 1908, S. 20; PRZIBRAM, 1909, Regeneration, II. Teil der Exp.-Zool.).

#### Zusammenfassung.

Als Resultat der Beobachtungen würde sich kurz ergeben:

1) Unter noch unbekannten Bedingungen können unsre Spongilliden eigenartige Reductionsprozesse eingehen, die in einem Rückzug ihres Weichkörpers von dem dabei intakt bleibenden Skelet unter beständiger Volumverkleinerung und Sondernung des Weichteils in mehrere Stränge und weiterhin Zellenkomplexe bestehen, und als deren Resultat kleine kuglig-ovale Reductionen sich bilden.

2) Die Reductionen, die teils zwischen den Spiculazügen liegen, teils einen oder mehrere Skeletzüge umschließen, zeigen sich nur von einem dünnen Epithel abgeflachter Zellen umgeben; eine Dauerhülle, ähnlich einer Gemmulahülle etwa, wird nicht gebildet, weshalb sie sich als wenig resistent erweisen.

Das Innere stellt sich, soweit bis jetzt beobachtet, als ein Komplex von nur zwei Zellkategorien dar, der embryonalen, am wenigsten differenzierten Archäocyten und Dermalzellen (möglicherweise nur der Archäocyten), zwischen ihnen verstreut liegen Nadeln und Nadelreste.

Das Verschwinden der übrigen Zellkategorien eines normalen Schwammes ist zum Teil auf Rückdifferenzierungsprozesse, zum Teil auf Phagocytose zurückzuführen.

Letztere dürfte besonders für die Einschmelzung der gastraln Elemente, aber auch der Dermalzellen die alleinige Ursache sein, da beide einer Rückdifferenzierung nicht fähig erscheinen.

3) In günstige Lebensbedingungen versetzt, können sich die Reductionen wieder zu kleinen Spongilliden entwickeln.

---

Weiteren Untersuchungen würde eine Lösung der zum Teil nur schwer unter langwierigen Experimenten zu beantwortenden Fragen vorbehalten bleiben:

1) Welche Bedingungen veranlassen unsre Aquarium-Spongilliden, derartige Reductionsprozesse durchzumachen unter Bildung sozusagen hüllenloser, nicht resistenter Reductionen? Worauf wäre das Unterbleiben der Gemmulabildung zurückzuführen?

2) Kann die Einschmelzung des Zellenmaterials soweit gehen, daß die Reductionen nur noch aus Archäocyten bestehen und sind auch diese Reductionen noch zur Bildung neuer Individuen befähigt?

3) Welche Bedingungen sind erforderlich zur Regenerationsmöglichkeit der Reductionen?

4) Treten die beschriebenen Reductionsvorgänge bei den Spongilliden nur während eines Aquariumaufenthaltes auf, oder können auch im Freien Reductionen gebildet werden, und wenn dies der Fall, welche Faktoren bedingen das Unterbleiben der üblichen Gemmulation?

Im Interesse der Förderung unsrer Kenntnisse von der Biologie der Spongilliden wäre es erwünscht, diese Fragen, die auch nicht des allgemeinen Interesses entbehren, weiter zu verfolgen. Es wird mein eignes Bestreben sein, zu ihrer Lösung auch weiterhin mit beizutragen.

## 2. Frühere Beobachtungen über Reductionserscheinungen bei Spongien.

Da einmal die Zahl der Tierformen, an denen Reductionserscheinungen der beschriebenen Art beobachtet wurden, ebenso wie die Zahl der Untersuchungen selbst, noch sehr gering ist (nur von Hydren, Planarien, Ascidien und Spongien, vielleicht noch *Ophryotrocha* liegen genauere Angaben vor), und da anderseits meine eignen Beobachtungen über die Entstehung der Reductionskörper nur an zwei Schwammexemplaren gemacht wurden, die Regenerationsfähigkeit der Reductionen sogar nur einmal festgestellt werden konnte, mußte eine genauere Durchsicht der Spongienliteratur wünschenswert erscheinen nach etwaigen Mitteilungen, die als Bestätigung oder Ergänzung meiner Befunde sich heranziehen ließen.

Wenn ich daher im folgenden eine Übersicht über seither bei Spongien beobachtete Erscheinungen zu geben versuche, die wohl als den beschriebenen Reductionen gleiche oder analoge Vorgänge

anzusehen sind, oder doch in enger Beziehung zu ihnen stehen, so möchte ich zuvor immerhin bemerken, daß — wie es ja der Stoff mit sich bringt — eine solche Aufzählung Anspruch auf absolute Vollständigkeit nicht erheben kann. Zumal in den älteren Arbeiten wird man Mitteilungen über derartige entwicklungsphysiologische Vorgänge und Fragen oft nur durch Zufall entdecken können; »inmitten einer Fülle deskriptiven Materials« findet man sie, meist nur ganz beiläufig, erwähnt (vgl. DRIESCH, 1902, S. 254).

#### A. Süßwasserschwämme.

Nur zweimal sind bisher, soweit ich aus der Literatur entnehmen konnte, — und zwar schon sehr früh, 1844 von LAURENT und 1857 von LIEBERKÜHN — genauere Angaben gemacht worden über Beobachtungen an größeren Süßwasserschwämmen bzw. Schwammkolonien, die den besprochenen Reductionen wohl identisch sind. Es dürften dies zugleich auch die ältesten Mitteilungen sein über irgendwelche mit letzteren sich berührende Erscheinungen überhaupt.

Da sie zum Teil eine Bestätigung meiner Befunde enthalten, zum Teil diese noch ergänzen, und wir sie anderseits in den Arbeiten von MAAS, WILSON und URBAN nicht erwähnt finden, wird wohl eine genauere Mitteilung darüber gerechtfertigt erscheinen.

LAURENT (1844) gibt in seinen »Recherches sur la spongille fluviatile«, premier mémoire, unter andern eine »Fortpflanzungsart« an, die, wie er selbst sagt (S. 116 u. 123), noch kein Naturforscher vor ihm beobachtet habe. Die in Betracht kommenden »corps reproducteurs« erhielt er auf die folgende Art: Um für eine Untersuchung der Gemmulae (œufs ou corps oviformes) genügendes Material zu bekommen und besonders ihre Entstehung genau verfolgen zu können, setzte LAURENT Spongillen verschiedener Größe in Gefäße mit stehendem Wasser. »Mais, malgré tous les soins« (S. 115 f.) »que nous prenions de ces individus, nous ne pûmes parvenir d'abord à les voir se reproduire de cette manière. Toutes les spongilles finirent par mourir; les unes avaient été envahies par des mucédinées; les autres furent détruites par les animaux microscopiques. Parmi les individus morts sans s'être reproduits par des œufs« (Gemmulae), »quelques-uns avaient échappé à l'envahissement par les mucédinées, et à la destruction par les animaux microscopiques. Nous les vîmes s'atrophier lentement, graduellement, et nous ne fûmes pas peu surpris de voir qu'après que leur tissu, de plus en plus raréfié, atrophie, était réduit à la charpente spiculaire, la reproduction de la spongille

s'opérait au moyen d'une . . . sorte de corps reproducteurs qu'on pourrait comparer aux caïeux des végétaux.« S. 123 f. beschreibt er die »corps reproducteurs« genauer: »Lorsqu'en observant à l'œil simple ou à la loupe des spongilles réduites en apparence à leur charpente spiculaire, on aperçoit quelques points blancs ou verts, selon les variétés de spongilles, et de forme sphérique, on peut reconnaître que dans les endroits où l'on voit ces points blancs ou verts, il existe encore autour des spicules siliceuses, une légère couche du tissu glutineux de la mère, et c'est de ce dernier reste du tissu vivant de cette mère qu'on voit surgir les petits tubercules blancs ou verts et opaques qui sont situés soit à la surface, soit dans l'intérieur de la charpente spiculaire de leur mère morte par l'effet d'une atrophie graduelle qui laisse pour résidu des parcelles de détritüs organique par décomposition lente de son tissu. Il arrive pourtant quelque fois que des spongilles qui se reproduisent sur quelques points de leur corps par ces sortes de gemmes d'embryons fixes« — wie er diese Reductionskörper auch nennt — »offrent sur d'autres points où ils sont envahis par des animaux microscopiques, des débris du tissu organique déchiré par les animaux qui s'y meuvent et s'agitent dans tous les sens.« Unter dem Mikroskop »on ne trouve dans les plus petits et les plus jeunes de ces gemmes qu'un tissu glutineux transparent et formé de granules semblables à ceux des gemmes d'embryons ciliés et libres« (der Larvenentwicklungsstadien).

Die Darstellung LAURENTS — und deshalb gab ich sie vollständig wieder — läßt deutlich erkennen, daß es sich bezüglich dieser »neuen Fortpflanzungsart« um die von mir beschriebene Reduction handelt. Hier wie dort haben wir eine allmähliche Volumverkleinerung (de plus en plus raréfié) der Weichmasse des Schwammes in dem intakt bleibenden Skelet; die gleiche Entstehung und den gleichen Bau — soweit dies aus LAURENT zu entnehmen — der Reductionskörper bzw. »petits tubercules«, die als »dernier reste du tissu vivant« aufzufassen sind. Interessant ist die Angabe, daß die LAURENTSchen tubercules je nach der Farbe der *Spongilla* verschieden gefärbt sind, was ich nicht beobachten konnte, da die betreffenden Mutterexemplare gleich gefärbt waren.

Daß von seiten LAURENTS irgendeine Verwechslung mit Entwicklungsstadien von Larven oder Gemmulis vorliege, erscheint aus der letzten Angabe, wie überhaupt seiner ganzen Darstellung des Vorgangs ausgeschlossen, zumal er auch von jenen eine genaue Schilderung gibt (S. 121 f., 125, 127—133, 142—151, 153—157).

Besonders hinweisen möchte ich darauf, daß einmal LAURENT diesen Reduktionsprozeß (atrophie lente, graduelle) in Gegensatz stellt zu dem gewöhnlichen Absterben, den Degenerationserscheinungen (décomposition, destruction, mourir, atonie générale [S. 223]), welche die meisten seiner Versuchstiere zum sofortigen Absterben brachten und auch neben dem Reduktionsprozeß oder nach ihm an den Reduktionsexemplaren auftreten konnten (vgl. meine Befunde!); und dann weiter darauf, daß LAURENT nie die »tubercules« mit den Gemmulis vergleicht, sie im Gegenteil als »gemmes d'embryons non ciliés et fixes« mit seinen »gemmes d'embryons ciliés et libres« (den Larven) zusammen als »première mode de reproduction« gegenüberstellt den Gemmulis als einer »deuxième mode de reproduction« (s. LAURENT, S. 123—125 und Teil 3 meiner Arbeit).

Finden wir so hinsichtlich des Baues — soweit dies ersichtlich — und vor allem der Entstehungsweise der Reduktionskörper und »gemmes d'embryons fixes« eine volle Übereinstimmung, so ergänzen LAURENTS Angaben über die Entwicklungsfähigkeit dieser Gebilde meine Befunde wesentlich (S. 124): »nous avons vu ces gemmes d'embryons fixes croître rapidement et recouvrir peu à peu la surface de la charpente spiculaire en pénétrant dans son intérieur . . . D'après ces observations répétées un assez grand nombre de fois . . .« Die weitere Schilderung der Entwicklung der jungen daraus hervorgehenden Spongillen (S. 139 ff. und 157 f.) kann wohl übergangen werden. Es genügt festzustellen, daß nach LAURENT die Reduktionskörper auch imstande sind, an Ort und Stelle neue Individuen zu regenerieren, während ich die in dem Skelet belassenen degenerieren und nur einen aus ihm isolierten Reduktionskörper regenerieren sah<sup>1)</sup> und daß LAURENT nicht nur einmal, sondern »un assez grand nombre de fois« aus den »embryons fixes« junge Spongillen sich hat entwickeln sehen, weshalb er nicht zögerte, sie als eine besondere Art von Fortpflanzungskörpern anzusprechen.

Außer von LAURENT fand ich nur noch von LIEBERKÜHN (1857) Angaben über eine — wenn ich so sagen darf — Totalreduction größerer Schwammstücke. »Wenn man Spongillen, die aus ausgeschnittenen Stücken von Spongillen entwickelt sind, wochen- oder monatelang im Wasser aufbewahrt hat, so zieht sich das Körperparenchym allmählich immer mehr von den äußersten Teilen des Ge-

<sup>1)</sup> Welche Ursachen bei LAURENT die Entwicklung an Ort und Stelle bedingten, ist nicht ersichtlich; sicherlich dürfte eine Änderung der Lebensbedingungen, des umgebenden Mediums, eingetreten sein.

rüstet zurück und nimmt einen immer kleineren Umfang an; oft ist nur noch die Hälfte des Gerüstes davon bedeckt. Bald sieht man öfters nur noch einen dünnen Streifen der Weichkörpersubstanz, welcher nach und nach in seiner Mitte durchbrochen wird oder in noch mehrere Stücke zerfällt. Diese werden gewöhnlich kuglig, bevor sie ganz zugrunde gehen. Öfters trennt sich nur ein sehr kleines kugliges Stück von der übrigen Masse ab. Zuweilen gelingt es nun, durch Zufügung von frischem Wasser, solche Stücke zur weiteren Entwicklung, namentlich zur Erzeugung von röhrenförmigen Fortsätzen, zu bringen« (S. 390).

Über diese, leider nur kürzeren Angaben LIEBERKÜHNs wäre das gleiche zu bemerken wie über die LAURENTS. Die Beschreibung des Reduktionsprozesses ließe sich Wort für Wort auf meine Beobachtungen anwenden. Zweifellos handelt es sich auch hier um den gleichen Vorgang einer weitgehenden (Total-)Reduction größerer Schwammstücke. Besonders interessieren muß auch hier wieder die meine Beobachtungen ergänzende Mitteilung, daß die Reduktionskörper durch Zufügung frischen Wassers des öfteren zur Regeneration junger Schwämmchen veranlaßt werden konnten.

LIEBERKÜHN spricht dann weiterhin (gegen LAURENT) diesem Vorgang den Charakter einer besonderen Fortpflanzungsart ab; ob mit Recht, möchte ich hier unentschieden lassen; obwohl mir keine gewichtigen Gründe dagegen zu sprechen scheinen, alle jene bei Spongien, (Planarien?), Ascidien und (Hydren?), vielleicht auch die bei Tubularien (GODLEWSKI jun., 1904) und (*Ophryotrocha*) beobachteten ganz analogen Reduktionskörper aufzufassen als eine Art asexueller in Anpassung an bestimmte veränderte Lebensbedingungen sich bildender Fortpflanzungskörper.

Einen Vergleich der Reduktionskörper mit den Gemmulis stellt auch LIEBERKÜHN nicht an.

Die weiteren Mitteilungen über ähnlich weitgehende Reduktionserscheinungen beziehen sich nun nicht mehr auf größere Schwammkomplexe, sondern junge, kleine in Aquarien aus Larven gezüchtete Einzelindividuen.

Schon 1856 (S. 413) hatte LIEBERKÜHN an »vierwöchentlichen Spongillen« (aus »Schwärmosporen«, also Larven gezüchtet), welche zugrunde gingen, gesehen, daß »das Kieselskelet fest in seiner ursprünglichen Lage und Gestalt blieb. Die Zellenmasse zog sich innerhalb desselben zu einem einzigen, das Licht stark brechenden Haufen zusammen, welcher nach und nach verschwand unter gleichzeitigem

Erscheinen großer Mengen von Infusorien«. Also Totalreduction mit nachfolgender Degeneration der entstandenen Reductionskörper. — Doch braucht eine solche Degeneration nicht auf die Reduction zu folgen: »Es kommt auch vor, daß die Schwammzellen sich in der Mitte des Skelets zusammenlegen und noch wochenlang so fortleben.«

Und 1857 (S. 390) kann LIEBERKÜHN seine Angaben dahingehend erweitern, daß die »kugligen Massen«, zu denen »die jungen Spongillen sich häufig zusammenziehen . . . und die in der Regel . . . zugrunde gehen, . . . sich zuweilen auch durch Wechseln des Wassers aufs neue zur weiteren Entwicklung bringen« lassen<sup>1)</sup>.

1879 folgt dann eine nur ganz kurze und versteckte Mitteilung METSCHNIKOFFS über eine Beobachtung, »daß bei erneuertem Wasserwechsel die jungen *Spongilla*, welche vorher ihre Wimperkörnchen« (Geißelkammern) »verloren und sich in einen gemmulaartigen (obwohl hüllenlosen) Zustand verwandelt haben, sich von neuem erholen und Wimperapparate aus den Parenchymzellen bekommen« (S. 375). Nähere Angaben über diesen »Zustand« konnte ich nicht finden. — Daß es sich auch hier um die gleichen Reductionerscheinungen gehandelt, liegt auf der Hand. Der Vergleich mit den Gemmulis dürfte wohl nur als ein rein äußerlicher, auf Gestalt und Aussehen — nach dem ersten Eindruck — bezüglich gemeint sein, und nicht in dem Sinne der Vergleiche, wie sie von WILSON, URBAN und MAAS (s. weiter unten) zwischen beiden Gebilden angestellt werden.

Weitere Mitteilungen über ähnlich weitgehende Totalreduktionen mit nachfolgender Regenerationsmöglichkeit der entstandenen Reductionskörper fand ich — was die Spongilliden betrifft — nicht.

Fassen wir zusammen, so ergibt sich auch aus den angegebenen Mitteilungen früherer Autoren, daß bei nicht zusagendem Aquariumsaufenthalt unsre Süßwasserschwämme — und zwar größere Schwammkolonien (LAURENT, LIEBERKÜHN) ebenso wie junge Einzelindividuen

<sup>1)</sup> Ein Zusammenziehen junger Spongillen zu einer kugligen Masse, »in deren Umkreis viele Nadeln liegen, von denen es öfters zweifelhaft ist, ob sie von der Spongille herausgestoßen sind, oder nur nach Zurückziehung des Gewebes an ihrer ursprünglichen Stelle liegen blieben«, beobachtete ich auch an einigen der nach Regeneration durch Dissociation und Reunion entstandenen jungen Spongillen, schenkte aber den Vorgängen keine weitere Beachtung, da ich sie für gewöhnliche Absterbesymptome hielt. (Die Beschäftigung mit den Reductionerscheinungen folgte erst auf die Untersuchungen über die Regenerationsfähigkeit der Spongilliden, als die beschriebenen Reductionen an den großen Schwammexemplaren meine Aufmerksamkeit auf sich lenkten.)

(LIEBERKÜHN, METSCHNIKOFF) — Reductionen eingehen können unter endlicher Bildung kleiner »kugliger Massen«, die in mehreren Fällen neue Individuen regenerierten (LAURENT, METSCHNIKOFF, LIEBERKÜHN).

---

Nur kurz möchte ich noch einige Mitteilungen erwähnen, die sich zwar nicht auf derartig weitgehende Reductionen unter Bildung kugliger Reductionskörper beziehen, auf die aber doch wohl hingewiesen werden muß, da die in ihnen beschriebenen Erscheinungen gewisse Übereinstimmungen zeigen mit den Anfangsstadien unsres Reductionsvorganges.

Bezüglich des »Winterstadiums« der Spongilliden, dessen Ähnlichkeit besonders auch in histologischer Hinsicht mit den Anfangsstadien der Reductionen schon weiter oben (Teil 1, S. 566/567) betont und eingehender beschrieben wurde, kann ich mich hier kurz fassen. Ich darf auf die Darstellungen dieses Zustandes der Süßwasserschwämme verweisen, die LIEBERKÜHN (1856, S. 2), METSCHNIKOFF (1879, S. 375) und besonders WELTNER (1893, S. 273 f.; 1907, S. 279, 281) geben.

Besonders hervorheben möchte ich eine Angabe WELTNERs (1907, S. 279): »es kommt auch bei sommerlichen Ephydatien jener Zustand des Parenchyms vor, in dem dieses an vielen Stellen des Körpers aus dicht aneinander liegenden Zellen besteht, und in denen die Geißelkammern fehlen oder spärlich sind.« Nach dieser Beobachtung und einigen andern von METSCHNIKOFF (1879, S. 375), HANSEN (1885), VOSMAER (1886, S. 431), KELLER (1889) und WELTNER (1907, S. 279), vielleicht auch MASTERMAN (1894), nach denen bei Meereschwämmen Mangel oder Abwesenheit der Geißelkammern und Kanäle festgestellt wurde, und zwar bei solchen, die nicht künstlich etwa durch Aquariumsaufenthalt beeinflußt waren, nach diesen Beobachtungen also darf man wohl vermuten, daß auch bei den Spongilliden die bisher nur an Aquariumsexemplaren beobachteten Reductionsvorgänge, die bis zur Bildung der kugligen Reductionskörper führen, ebenfalls im Freien vorkommen können.

Angaben, ob dieser Zustand des Winterstadiums auch mit einer Volumverkleinerung des Schwammparenchyms verbunden ist, finden sich, wie schon erwähnt, nicht.

Letzteres beschreibt WELTNER (1888, S. 20f.) für eine *Ephydatia fluviatilis*, die vom 16. Okt. an im Aquarium gehalten wurde. Dieses stand in einem ungeheizten Zimmer, das Wasser wurde nur einmal im Anfang gewechselt. »Im Dezember . . . begann die Spongille . . .

allmählich ihr Volumen zu verringern, Haut und Oscula schwanden zuerst, und die Nadelspitzen traten frei hervor.« Am 2. Januar gefror das Wasser, es wurde dann zum Tauen gebracht. »Der Schwamm hat sich aber nicht wieder erholt, er ist jetzt sehr reduziert, fast das ganze Skelet liegt bloß . . .« Offenbar handelte es sich um eine typische Reduction (durch Temperaturniedrigung?), die aber durch das Gefrieren des Wassers zur Degeneration werden mußte.

Ganz allgemein sagt WELTNER (1888, S. 19 und 21), von den in Aquarien gehaltenen Schwämmen, daß bei vielen kleineren wie bei den größeren die ursprüngliche Größe sich bedeutend verringere; die äußere Haut lege sich dem Schwammkörper eng auf oder verschwinde vollständig; die Spitzen der Nadelbündel treten mehr oder weniger weit hervor. In allen den Fällen trat aber ein Absterben der Schwämme ein. Die eigentliche Reduction kam auch hier nicht über ein Anfangsstadium hinaus.

Zuletzt würde hier noch die Beschreibung zu erwähnen sein, die WELTNER (1901) von zwei celebeischen Süßwasserspongien gibt, die sich offenbar in ähnlichen Reductionsstadien befanden. Von *Pachydictyum globosum* n. g. n. sp. gibt der Autor an, daß er »an keinem der drei untersuchten Stücke . . . eine deutlich ausgeprägte Oberhaut auffinden konnte, an vielen Stellen ließen sich über den Öffnungen der einströmenden Kanäle noch Reste einer Dermis erblicken; schon aus diesen Umständen ließ sich schließen, daß der Weichteil der Schwämme stark reduziert sein mußte. Die Oberfläche derselben ist daher nicht glatt, sondern durch die hervorstehenden Enden der Längsfaserzüge des Skeletgerüsts rau . . . Von Zellen der mittleren Schicht des Parenchyms fand ich nur die ungleich körnigen mit deutlichem Kern und Kernkörper, . . . diese Zellen liegen bei *Pachydictyum* dichter beieinander, als es im Parenchym von sommerlichen Spongillen zu sein pflegt; ich kenne diesen Zustand des Parenchyms bei einheimischen Süßwasserschwämmen nur von solchen Exemplaren, die in den Wintermonaten gesammelt werden, oder die im Absterben begriffen sind.«

Und seine »*Spongilla* (?) *sarasinorum* n. sp.« . . . »macht den Eindruck, als ob sie im allmählichen Absterben begriffen wäre. Es ist überall eine Oberhaut vorhanden, die sich aber an vielen Stellen weit in das Gerüst zurückgezogen hat, so daß in diesen Fällen die Endbüschel der Faserzüge durch die Dermis hinausragen . . . Von Zellen des Bindegewebes habe ich nur die ungleich körnigen gefunden, welche fast durchweg mit hellen Kügelchen erfüllt sind, über deren Natur ich keinen Aufschluß geben kann.«

In beiden Fällen deutet sowohl die morphologische als auch die histologische Darstellung darauf hin, daß die beschriebenen Exemplare sich wohl in einem etwa den Fig. 2—4 analogen Stadium der Reduction befanden. Die Erscheinungen als Symptome eines »Absterbens«, einer gewöhnlichen Degeneration aufzufassen, scheint mir nicht richtig. Die histologischen Angaben, die WELTNER macht, sprechen dagegen, von Degenerationserscheinungen einzelnen Zellmaterials bemerkt er nichts. Man muß aber wohl, wie ich schon mehrfach betonte und weiter unten noch näher auszuführen gedenke, die beiden Vorgänge der Reduction und Degeneration scharf auseinander halten — und dies nicht nur aus praktischen Gründen —; vielfach wird auch ein Eingehen der Reductionskörper oder auch schon der früheren Reductionsstadien eintreten, ohne daß die Ursachen dazu leicht festzustellen wären — im Gegensatz zu den WELTNERschen Versuchen (1888) — und ohne daß sich eine bestimmte Grenze, wann die Degeneration einsetzt, äußerlich erkennen ließe. Man beobachtet den Vorgang als eine kontinuierliche Kette von Einzelerscheinungen, die mit dem Zerfall des Tieres enden, und ist deshalb geneigt, die Anfangsstadien als solche eines Absterbens, »allmählichen Absterbens«, anzusehen. Es ist aber, wie aus den Beobachtungen von LAURENT, LIEBERKÜHN, METSCHNIKOFF, mir und, wie wir noch sehen werden, denen von WILSON, URBAN und MAAS hervorgeht, gar nicht nötig, daß ein solcher Reductionsprozeß zum Absterben des Individuums führt, oder besser gesagt zum Zerfall seines Zellmaterials; dieses degeneriert nicht, sondern wird eingeschmolzen, rückdifferenziert, wie dies ja auch WELTNERs Angaben andeuten.

Es erscheint also nicht berechtigt, die beschriebenen celebeischen Süßwasserschwämme als »im allmählichen Absterben begriffen« anzusehen; vielmehr handelt es sich wohl um einen »Winterstadium« ähnlichen Zustand, der ja auch nicht mit Zerfalls- oder Absterbeerscheinungen zusammengebracht wird, oder — was hinsichtlich des starken Rückzugs des Weichteils (s. auch die von WELTNER gegebene Abbildung) wahrscheinlicher ist — um ein Fig. 2—4 analoges Reductionsstadium.

Die Zahl der Mitteilungen über Reductionen unsrer Süßwasserschwämme ist danach noch eine ziemlich geringe, im Hinblick besonders auf die weite Verbreitung der Spongilliden und die zahlreichen Untersuchungen über sie, die allerdings zumeist ihre Embryonalentwicklung betreffen. Berücksichtigt man aber andererseits, daß derartig weitgehende Reductionen anscheinend nur unter ganz be-

stimmten, vorläufig unbekannten Bedingungen auftreten und Untersuchungen über Reductionerscheinungen überhaupt erst seit etwa 10 Jahren gemacht werden, darum ihre Zahl noch sehr gering ist (s. SCHULTZ, 1908), so dürfen gerade die ausgezeichneten Beobachtungen eines LAURENT und LIEBERKÜHN über derartige Reductionen als besonders interessant erscheinen, zumal sie schon vor so langer Zeit gemacht wurden.

#### B. Marine Spongien.

Über das Vorkommen eines dem Winterstadium der perennierenden Süßwasserschwämme ähnlichen Zustandes bei freilebenden marinen Spongien wurde schon weiter oben berichtet (S. 587).

Vielleicht dürften bei den zahlreichen Regenerationsversuchen, und wahrscheinlich auch den experimentell-entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen, die an marinen Spongien angestellt worden sind, den Reductionen ähnliche Erscheinungen beobachtet worden sein und womöglich auch Erwähnung gefunden haben; die gewaltige Literatur über dieses Gebiet (s. z. B. die Literaturangaben ALLEMANDS [1907]) darauf hin durchzuarbeiten, erschien mir jedoch im Verhältnis zu der dazu erforderlichen Zeit zu wenig fruchtbringend.

Ich möchte mich daher beschränken auf eine Besprechung der neueren, den Gegenstand ausführlicher behandelnden Arbeiten, in denen ein Hinweis auf frühere ähnliche Beobachtungen sich übrigens auch nicht findet.

Diesbezügliche Mitteilungen liegen vor hinsichtlich der

Silicispongien von H. V. WILSON (1907  $\alpha$ ) über *Stylotella*,  
von O. MAAS (1910) über *Chondrosia*,

Calcispongien von O. MAAS (1904, 06, 10) über Syconen besonders,  
und von F. URBAN (1910) über Clathriniden.

Zumeist werden hierin die fraglichen Erscheinungen als »eigenartige Degenerationen« beschrieben; immer werden sie mit der Gemmula-bildung verglichen, die entstandenen kuglig-ovalen Zellmassen »künstliche Gemmulae« oder direkt »Gemmulae« benannt. Daß dies aus den verschiedensten Gründen nicht richtig erscheint, werde ich weiter unten (Teil 3) nachzuweisen versuchen; möchte hier nur betonen, daß im folgenden unter den »Degenerationerscheinungen«, den »Involutionprozessen« oder den »Gemmulis« der Autoren, immer die Reductionen bzw. die Reductionskörper zu verstehen sind.

## a. Äußeres Verhalten bei den Reductionen.

In allen mitgeteilten Fällen finden wir bei den marinen Spongien äußerlich die gleichen Erscheinungen, wie sie bei den Süßwasserschwämmen beschrieben wurden. Rückzug des Weichkörpers vom Skelet, sein Zerfall in einzelne kompakte, verzweigte Stränge, die vom Skelet unabhängig verlaufen, endliche Bildung ovaler-kugliger Körper von der Farbe des Mutterschwammes. Dies ergibt sich aus den Darstellungen WILSONS (1907 $\alpha$ , S. 913), URBANS (bes. von dem »Degenerationsprozeß« bei *Clathrina clathrus* und *Clathrina cerebrum*) und vor allem MAAS' (1906, S. 590, 596/7; 1910, S. 98—100, 109 und Tafel VIII Fig. 2—5!). Zerfallserscheinungen, also wirkliche Degenerationen, gehen damit oft Hand in Hand, so daß z. B. bei *Clathrina clathrus* die basalen und mittleren Teile einer solchen Kolonie sich verfärben und absterben, die peripher gelegenen Röhren dagegen die typischen Reductionerscheinungen zeigen, wobei »einzelne kleine, rundliche, leuchtend schwefelgelbe Reste des Schwammes« resultieren, »die weggespült werden und noch Wochen am Leben bleiben können« (URBAN).

Auch an jungen, eben erst metamorphosierten Calcispongien wurden die gleichen Erscheinungen beobachtet (MAAS, 1904, 1906), nur konnte hier natürlich kein Skelet als solches erhalten bleiben, da die einzelnen Nadeln noch nicht zu einem solchen zusammengefügt waren; »diese liegen . . . vom Schwammkörper . . . ganz getrennt, wie wenn sich das Schwämmchen kontrahiert und die Nadeln zurückgelassen hätte« (MAAS, 1906, S. 593), auch treten hier gewisse Komplikationen hinzu, indem noch ein Abschmelzen, eine Auflösung der Kalknadeln einsetzen kann (MAAS, 1904, 1906, S. 589); mit Ausnahme des letzteren Punktes, worüber für die Kieselnadeln nichts bekannt ist, also wieder Übereinstimmung mit den Reductionen junger Spongillen (LIEBERKÜHN, MÜLLER).

Was die Möglichkeit einer Regeneration dieser »gemmulae-artigen Körper« mariner Spongien zu neuen Individuen angeht, so wurde sie zum Teil vermutet (MAAS, 1906, S. 597, URBAN, 1910), zum Teil konnte sie auch schon beobachtet werden (MAAS, 1907, WILSON, 1907 $\alpha$ , MAAS, 1910, S. 100, 112), wenn die »Gemmulae« in bessere Lebensbedingungen versetzt wurden.

Wir finden also hinsichtlich der Bildungsweise der Reduktionskörper und ihrer Regenerationsfähigkeit zu normalen Individuen eine

vollkommene Übereinstimmung bei den beobachteten Fällen an Süßwasser- und marinen Spongien.

Bezüglich der biologischen Faktoren, die eine Reduction hervorrufen, sind auch aus den Arbeiten über marine Spongien keine genauen Angaben zu entnehmen. WILSON und URBAN beobachteten die Erscheinungen an Schwämmen, die in Stationsaquarien versetzt waren, deren Wasser »hinsichtlich der Dichte und des Gasgehaltes bedeutende Unterschiede gegenüber normalem Meerwasser zeigt« (URBAN); MAAS erhielt seine »Involutionsercheinungen«, wenn er das Aquariumwasser nach seiner chemischen Zusammensetzung in bestimmter Beziehung veränderte, bei nachträglicher Entziehung des kohlensauren Kalkes oder besonders »bei langsamer, lange fortschreitender Umänderung des salzigen Mediums«.

#### b. Histologische Veränderungen.

Naturgemäß wurde der histologischen Seite des Reduktionsprozesses in den neueren Arbeiten eine besonders eingehende Darstellung gewidmet, was in den bedeutend älteren Beschreibungen über Süßwasserspongien-Reductionen nicht möglich war. Hinsichtlich der bei den Reductionen auftretenden histologischen Veränderungen von Zellmaterial läßt sich also ein Vergleich meiner Befunde nur mit solchen an marinen Spongien anstellen. Ich kann gleich bemerken, daß sich auch, was histologische Veränderungen betrifft, eine vollkommene Übereinstimmung zwischen den analogen Erscheinungen bei den Süßwasser- und den Meeresschwämmen nach den bisherigen Beobachtungen feststellen läßt.

Was zunächst die ersten Stadien der Reduction angeht, so geschieht auch nach WILSON (1907 $\alpha$ ) die Volumverkleinerung des Schwammkörpers »auf Rechnung des Mesenchyms, indem dessen wäßrige Partien verschwinden. Das Kanalsystem geht mit den meisten Kammern ein. Die Kragengeißelzellen werden in polyedrische Massen verwandelt, die einzeln oder in Gruppen im Mesenchym liegen«. (Der Kürze halber zitiert nach der Zusammenfassung im Jahresbericht 1907/08.) Auch auf die Ähnlichkeit mit der Winterphase einer Spongille wird hingewiesen.

In URBANS Mitteilungen, die nur als vorläufige publiziert sind, finden sich hierüber keine Angaben.

Dagegen schildert MAAS die histologischen Veränderungen in diesen Stadien wieder in gleicher Weise (1906, S. 596 und 1910, S. 101 bis 103 [*Sycandra*], S. 111 [*Leucosolenia*]): »Die Grundsubstanz wird

immer geringer . . ., die Zellen erscheinen dadurch einander vielmehr genähert.« Gastralzellen sind nur wenige zu sehen, diese aber »durch ihre Kleinheit, den kompakteren Kern und ihre Zusammenlagerung in Nestern, deutlich erkennbar«. Nach und nach tritt »ein chaotisches Durcheinander der verschiedenartigsten Zellen« ein. »Man kann körnerbeladene Amöbocyten, kleinere Gastralzellen, etwas größere Dermalzellen, klar oder nur mit wenigen Körnchen, als die drei hauptsächlichsten Elemente der Zellstränge erkennen, ähnliche Kategorien, wie sie H. V. WILSON bei seinen Versuchen mit Zellauspressung (1907  $\beta$ , S. 249) beschrieben hat.« Alles ganz so, wie ich es von den Spongilliden beschrieb.

Der Zusammenhang einzelner Zellen, wie ihn MAAS (1906, S. 596 und 1910, S. 111) und WILSON (letzterer allerdings für das Zellmaterial der »gummulisähnlichen Körper«) angeben, nach Art einer syncytialen Verbindung, dürfte wohl nur als ein Phagocytosestadium aufzufassen sein, was auch MAAS (1910, S. 103) annimmt.

Über den Bau der Reductionskörper selbst weichen die Angaben der einzelnen Autoren voneinander ab. Doch scheint mir diese Verschiedenheit darin begründet, daß die einzelnen Reductionskörper nur auf einem graduell jüngeren oder weiter fortgeschrittenen Stadium der Reduction sich befanden.

URBANS »zahlreiche rundliche gemmulaähnliche Körperchen von etwa 0,4 mm Durchmesser« (sie sind also auch bedeutend kleiner als die von mir beschriebenen) »besitzen ein aus polygonalen Zellen bestehendes Oberflächenepithel; das Innere erfüllen hauptsächlich modifizierte Kragenzellen und verschiedenartige amöboide Zellen, dazwischen liegen Nadeln«. — Weiter reduziert, indem keine Geißelzellen mehr zu erkennen sind, zeigen sich WILSONS »gummulisähnliche Körper« und ebenso die von mir beschriebenen Reductionskörper. — Am weitesten ist aber die Einschmelzung des Zellmaterials in den von MAAS beschriebenen »künstlichen Gummulis« gegangen. »Zahlreiche Exemplare . . . bestehen in ihrem Innern nur noch aus . . . vollbeladenen Amöbocyten.« Freie Gastralzellen sind keine zu finden; »Dermalzellen nur als äußere Decke.« Und zwar trifft dies für *Sycandra* wie auch für *Leucosolenia* zu. In diesen »Gummulis« sieht MAAS »das ‚normale‘ Ruhe- oder Endstadium der ‚künstlichen‘ Involution«. Im übrigen zeigen auch diese so weit reduzierten »Gemmulae« gleichen Bau mit den Reductionskörpern. Auch sie besitzen eine epithelartige Umhüllung, die aus langgestreckten dermalen Zellen besteht und auch keine resistente, etwa chitinöse Schicht erkennen läßt.

[In einem andern Stadium konnte MAAS mitunter eine »Grenzverdichtung« (nicht als bloßer optischer Ausdruck, sondern wie eine Lamelle) unter einem von dermalen Deckzellen gebildeten, nach außen zum größten Teil geschlossenen Lager« erkennen. Die Abbildungen der »Gemmulae« zeigen eine solche nicht. Taf. IX Fig. 10 u. 11]. Im Innern liegen Nadeln.

Vermutlich kann, wie schon erwähnt, auch bei den Spongilliden die Reduction so weit gehen, daß ein solches zweischichtiges Stadium resultiert. Es lassen darauf die zahlreichen in den Reductionskörpern gefundenen Bilder schließen, die eine Phagocytose auch der dermalen Elemente durch die Archäocyten erkennen lassen.

Und endlich dürften auch die für die Einschmelzung des Zellmaterials in Betracht kommenden Prozesse für Süßwasser- und Meeresschwämme die gleichen sein. WILSON und URBAN machen keine diesbezüglichen Angaben. Dagegen nimmt MAAS (1910, S. 107) für einen Teil des Zellmaterials gleich mir eine Rückdifferenzierung an; für einen andern Teil, namentlich die Gastralzellen, konnte er schon 1906 Phagocytose durch die »amöboiden Zellen« feststellen, 1910 stellt er eine solche auch der Dermalzellen durch die Amöboocyten fest (S. 103); so daß also ebenfalls in dieser Hinsicht meine von MAAS ganz unabhängig gefundenen Resultate eine Bestätigung seiner an marinen Schwämmen gemachten Beobachtungen bezüglich der Süßwasserschwämme darstellen.

### 3. Theoretisches.

Im 1. Teile meiner Ausführungen beschrieb ich den Verlauf eines Reductionsprozesses bei Süßwasserschwämmen, wie ich ihn beobachten konnte und histologisch genauer untersuchte, ohne daß mir die Literatur speziell über Reductionen bekannt gewesen wäre; denn meine Untersuchungen erstreckten sich zunächst nach einer ganz andern Richtung.

Eine genaue Durchsicht der Literatur ergab dann, was ich im 2. Teile darzustellen versuchte, daß der äußerlich sichtbare Verlauf solcher Totalreductionen bei den Süßwasserschwämmen schon sehr früh (LAURENT, LIEBERKÜHN, METSCHNIKOFF) beobachtet worden war, und in den letzten Jahren dann auch von Meeresschwämmen bekannt geworden ist (MAAS, WILSON, URBAN).

In allen Fällen stimmte die Darstellung der Autoren mit meinen Beobachtungen hinsichtlich des äußeren Verlaufs des Prozesses in

den wesentlichen Punkten überein: Volumverkleinerung und Rückzug des Weichteils von dem intakt bleibenden Skelet, endliche Bildung kleiner kuglig-ovaler Reductionskörper, deren Regenerationsfähigkeit von allen Autoren außer URBAN nachgewiesen werden konnte.

Während der Drucklegung einer vorläufigen Mitteilung meiner Befunde erschien dann die ausführlichere Arbeit von MAAS (1910), die vor allem eine genaue histologische Untersuchung der Erscheinungen brachte. Ich erwähnte schon, daß auch in dieser Hinsicht die Resultate meiner Arbeit mit denen der MAASSchen übereinstimmen.

Es dürfte also wohl als ziemlich sicher erscheinen, daß es sich in all den angegebenen Fällen um die gleichen Erscheinungen handelt.

Um so mehr muß es auffallen, daß gerade die neueren Autoren die bei marinen Schwämmen beobachteten, den Reductionen der Süßwasserschwämme analogen Vorgänge ganz anders deuten; und zwar — wie es das Beispiel der Süßwasserschwämme zeigen dürfte — in einer wohl nicht richtigen Weise.

Unzweckmäßig erscheint es mir zunächst, die geschilderten Vorgänge nach WILSON und URBAN als *Degenerationen* zu beschreiben; dann aber vor allem als unrichtig, sie als Gemmulationen aufzufassen und so die resultierenden Reductionskörper als »künstliche Gemmulae« oder direkt »Gemmulae« zu bezeichnen (WILSON, URBAN, MAAS); ein Vergleich beider Prozesse bei den Süßwasserschwämmen dürfte darauf hindeuten, daß sie überhaupt keine wesentlichen Beziehungen zueinander haben, sondern eher scharf zu trennen sind (vgl. LAURENT und LIEBERKÜHN!).

Weniger wichtig erscheint mir die erste, schon des öfteren berührte Frage, ob die Erscheinungen zweckmäßiger als

#### Degenerationen oder Reductionen?

beschrieben werden.

Leider muß gesagt werden, daß die hier in Betracht kommenden Worte wie Degeneration, Reduction, Involution von den verschiedenen Autoren zur Bezeichnung ganz verschiedenartiger Vorgänge angewendet werden, so daß es heute unmöglich ist, mit den betreffenden Begriffen allgemein geltende Vorstellungen irgendwelcher scharf begrenzter Erscheinungskomplexe zu verbinden. Eine genaue Begriffsbestimmung der einzelnen Ausdrücke, die dann bei allen weiteren Bearbeitungen ähnlicher Vorgänge benutzt werden könnte, muß als sehr wünschenswert bezeichnet werden.

Mir erscheint es aus folgenden Gründen nicht zweckmäßig, die beschriebenen Erscheinungen als Degenerationen anzusprechen:

Die beiden ursprünglichen Bedeutungen des Wortes sind nach ZIEGLER »Zoologisches Wörterbuch« die, daß Degeneration eine »anormale, unvollkommene oder fehlerhafte Ausbildung bei einem Individuum oder einer Familie« bezeichnet, oder man nennt so auch »die meist durch Anpassung an einfachere Lebensbedingungen, insbesondere an parasitische Lebensweise hervorgerufene Abänderung eines Lebewesens oder gewisser Eigenschaften desselben zu einem unvollkommenen Zustand der Organisation, als er bei den Ahnen oder selbst noch bei den diesen gleichenden jungen Tieren während ihrer Entwicklung vorhanden war«.

Zu keiner der beiden Rubriken dürften unsre Erscheinungen zu zählen sein.

Dann bezeichnet man wohl in der neueren zoologischen Literatur, besonders der Experimentalzoologie, Organismen oder Teile eines solchen als degenerierend, wenn ihr Zellmaterial in Zerfall, Eingehen, Absterben, d. h. in nekrotischer Auflösung begriffen ist. Die Zerstörung des Zellmaterials kann hierbei schneller oder langsamer erfolgen, sie endet zumeist mit dem Zelltode durch Chromatolyse und Plasmolyse. Auch wenn es sich um Veränderungen oder Schwund nur einzelner Organe oder Körperteile handelt, die auf Atrophie oder Resorption zurückzuführen sind, findet man bisweilen die Bezeichnung Degeneration angewendet.

Von den äußerlich sichtbaren Kennzeichen für einen Degenerationsprozeß dieser Art bei den Süßwasserschwämmen wurde schon eingangs gesprochen (S. 560/561); desgleichen von den histologischen Merkmalen (vgl. Fig. 1); ich wies auch schon darauf hin, daß zum Unterschied von den Reductionen bei diesen Degenerations- oder Zerfallserscheinungen eine besondere Volumverkleinerung des Weichkörpers nicht aufzutreten scheint. Beide Erscheinungen sind, wie ich zeigte, ganz verschiedenartiger Natur, so daß es nicht praktisch erscheint, die später beobachteten Reductionen auch als Degenerationen zu bezeichnen.

Für Erscheinungen der letzten Art, also des Zerfalls, des Absterbens, gebraucht der Mediziner wohl meist die Bezeichnung Nekrose und faßt dann den Begriff Degeneration in bedeutend engerem Sinne. Seltener nur wird anscheinend in der zoologischen Literatur diese enge Deutung des Begriffes angewandt. SCHULTZ (1904, S. 556) unterscheidet so von der Nekrose, dem »direkten Ab-

sterben« von Zellen, eine Degeneration, »Veränderungen, welche auf bedeutende Störungen im Stoffwechsel hinweisen, die man aber vielleicht doch als Anpassungen auffassen muß, da die Zelle, in günstigere Bedingungen gebracht, vielleicht lebensfähig ist«; charakteristisch für »degenerierende« Zellen ist (S. 565) »die Zunahme des Kerns auf das Doppelte«, die auf Zunahme des Kernsaftes, nicht des Chromatins zurückzuführen sei, »und . . . der Schwund der Kerngrenze und Freiwerden des Chromatins.«

Weder von WILSON, URBAN oder MAAS noch von mir sind solche SCHULTZschen Degenerationserscheinungen bei den fraglichen Reductionen beobachtet worden. Sollten sie noch gefunden werden, so dürften sie als Nebenerscheinungen, aber nicht als das Charakteristische der Vorgänge aufzufassen sein [vgl. das Vorkommen von Nekrosen und solchen »Degenerationen« bei den Reductionen von *Planaria lactea*: SCHULTZ, 1904, S. 556].

Erst bei ganz weiter Fassung des Begriffes Degeneration, als eines Sammelbegriffes für alle Formen von Entartungsprozessen überhaupt, dürfte man die beschriebenen Erscheinungen als Degenerationen bezeichnen.

An und für sich erscheint es mir nun nicht zweckmäßig, einen bestimmten Vorgang mit einem Worte zu bezeichnen, das einem weit übergeordneten Begriffe entspricht, zumal mit einem solchen, das schon in so vieldeutigem Sinne gebraucht wird.

Ich hielt es daher nicht für richtig, obgleich die offenbar ganz gleichen Erscheinungen von WILSON und URBAN als Degenerationen beschrieben worden waren, diese Bezeichnung ebenfalls anzuwenden und wählte, um das Charakteristische des Vorgangs klarer und präziser auszudrücken, das Wort Reduction, das ja schon länger von den Zoologen für eine bestimmte Gruppe von Erscheinungen Verwendung findet. SCHULTZ (1904) versteht darunter »Entdifferenzierung und Rückkehr zu embryonalem Stadium«; DRIESCH und andre fassen den Begriff etwas weiter als SCHULTZ, doch bleibt das Charakteristische immer das, »der Organismus wird auf ein mehr oder weniger embryonales Stadium zurückgeführt« (SCHULTZ, 1908, S. 1, 18, 20; vgl. auch die Arbeiten DRIESCHS 1902, »Studien über das Regulationsvermögen der Organismen« oder PRZIBRAN 1909, Reduction = »Rückbildung eines kleineren oder größeren Teiles des Tierkörpers zu mehr embryonalem Habitus«).

In allen Fällen von Reductionen sehen wir äußerlich zunächst eine Volumverkleinerung des gesamten sich reduzierenden Tieres,

einen »dem Wachstum entgegengesetzten« Prozeß; so bei Spongien, Hydren, Tubularien, Planarien, *Ophryotrocha*, Ascidien. Davon zu trennen wäre der Vorgang der eigentlichen Reduction, des »Embryonalwerdens«, dieser würde der »Antagonist der Entwicklung« sein. Die Art und Weise, wie der embryonale Zustand erreicht wird, kann dabei verschieden sein. Natürlich wird man kaum erwarten dürfen, daß alle einzelnen Zellen sich rückdifferenzieren in ihre Embryonalform und dann die bei der Entwicklung durch Teilung entstandenen Tochterzellen jetzt bei der Rückkehr zum ursprünglichen Zustand zur Ausgangs- oder Mutterzelle verschmelzen [auf die Reductionen der Spongilliden angewandt: daß die reduzierten Choanocyten einer Geißelkammer zu einer Zelle verschmelzen, die nun die ursprüngliche Archäo- bzw. Amöbocyte darstellen würde, aus der die Geißelkammer einst entstanden]. So sehen wir z. B., daß bei der Reduction der Süßwasser- und Meeresschwämme Phagocytose in weitgehendem Maße mitspielt. Vielmehr dürfte das Charakteristische der Reductionen in dem endlichen Resultate zu sehen sein, daß die durch ständige Volumverkleinerung eines Organismus und durch allmähliche Verdichtung und Einschmelzung seines Zellmaterials entstehenden Reductionskörper einen mehr oder weniger embryonalen Zustand der betreffenden Species darstellen.

Die Darstellung der eignen Beobachtungen und der Vergleich mit den analogen »Degenerationserscheinungen« der Meeresschwämme läßt wohl deutlich erkennen, daß wir es in all den Fällen mit typischen Reductionen zu tun haben. Die Reductionskörper sind dabei als ein der Gemmulakeimmasse vergleichbarer Entwicklungszustand aufzufassen, wie die Befunde von MAAS (1910) andeuten, der dieselben nur aus einer Anzahl gleichartiger Archäocyten bestehend fand.

MAAS unterscheidet ebenfalls (1906, S. 595 und 1910, S. 97) die Reductionen von den gewöhnlichen Degenerations- oder Zerfallserscheinungen, dem »natürlichen Faulen« oder »einfachen Absterben«, jedoch wendet er zumeist (1906 ausschließlich) die Bezeichnung »Involution« für die analogen Vorgänge an. Auch dieses erscheint mir nicht zweckmäßig, da das Wort Involution, schon länger angewandt, einem bedeutend weiteren Begriffe entspricht, worauf SCHULTZ (1908, S. 37) schon hinwies, und was z. B. auch die BARFURTHSchen Jahresberichte über »Regeneration und Involution« in MERKEL und BONNETS »Ergebnissen« deutlich erkennen lassen.

Will man schließlich die beschriebenen Erscheinungen bei den Spongien in das DRIESCHsche System regulatorischer Vorgänge einordnen, so würden die Vorgänge als »Durchgangsreduktionen« zu bezeichnen sein, da die Reduction als solche nicht Ziel der Regulatorik ist, sondern die Reductionskörper ähnlich den Tubularien- oder Ascidien-»Reductionsmassen« aus sich neue Individuen zu regenerieren vermögen (vgl. DRIESCH, 1902).

Nicht unerwähnt mag in diesem Zusammenhange bleiben, daß in den übrigen naturwissenschaftlichen Disziplinen das Wort Reduction ausschließlich für den beschriebenen Erscheinungen prinzipiell gleichartige Vorgänge angewendet wurde und noch immer Anwendung findet; in der Botanik, wie auch in der Physik und Chemie pflegt man die Rückbildung irgendwelcher vollkommenerer Gebilde in unvollkommenere oder die Rückführung komplizierterer Zustände auf einfachere, ursprünglichere, allgemein nur als Reduction zu bezeichnen. Auch aus diesen Gründen dürfte die Bezeichnung Reduction methodisch zweckmäßiger und richtiger erscheinen als Involution (MAAS) oder Degeneration (WILSON, URBAN).

Was nun die 2. Frage angeht, ob man

die Reductionen der Spongien eine Gemmulation?

nennen und so die Reductionskörper als »künstliche Gemmulae« oder direkt Gemmulae ansprechen darf, so glaube ich, muß diese Frage nach Kenntnis der beiden Prozesse bzw. ihres Verlaufes bei den Spongilliden verneint werden. Mit LAURENT und LIEBERKÜHN haben wir wohl beide Vorgänge scharf voneinander zu trennen.

Zunächst kann die Auffassung der Reduktionsprozesse als einer »künstlichen Gemmulation« gerechtfertigt erscheinen, wenn man nur die betreffenden Erscheinungen der marinen Spongien berücksichtigt; ich erwähnte ja schon, daß die Reductionen der Süßwasserschwämme, die LAURENT, LIEBERKÜHN und METSCHNIKOFF beschreiben, anscheinend WILSON, URBAN und MAAS nicht bekannt waren.

Hinsichtlich des Baues stimmen die »künstlichen Gemmulae« in ihrer typischen Ausbildung (WILSON, MAAS) überein mit den echten Gemmulis mariner Spongien, zumal den »simpler gemmules of marine sponges (Chalina)« (WILSON, 1894), bei denen anscheinend eine Dauerhülle chitinöser oder anderer Art nicht ausgebildet wird. Beide bestehen aus einem Inhalt gleichartiger, dotterreicher Archäocyten und sind umhüllt von einem dünnen Follikel abgeflachter Zellen.

Ob aber auch die Entstehung beider die gleiche ist, dürfte schon fraglich erscheinen. Die »künstlichen Gemmulae« sind nach WILSON, URBAN und MAAS das endliche Resultat einer weitgehenden Reduction des Schwammkörpers und so als ein wenn auch stark rückdifferenziertes oder reduziertes Stück des Schwammkörpers aufzufassen. Über die Bildung der echten Gemmulae mariner Spongien ist zwar Genaueres noch nicht bekannt, jedoch deuten die Beobachtungen WILSONS (1891 und 1894) und VOSMAER und PEKELHARINGS (1893), besonders aber die durch IJIMA (1901) aufgefundenen »archäocyte-congeries« und von F. E. SCHULZE (1904) von Hexactinelliden beschriebenen »Sorite«, beides Gruppen rundlicher, dicht gedrängter gleichartiger Zellen, darauf hin, daß auch die Gemmulae der Meeresschwämme analog denen der Süßwasserschwämme als Archäocytenaggregate an beliebigen Stellen im Schwammkörper entstehen, und daß damit das weiter unten über den prinzipiellen Unterschied bezüglich der Entstehung der Reductionskörper und der Gemmulae der Süßwasserschwämme Gesagte auch auf die der marinen Spongien Anwendung finden würde.

Da auch über die äußerlich sichtbaren Erscheinungen, welche während des echten Gemmulationsprozesses mariner Spongien auftreten, genauere Angaben fehlen, ob z. B. Volumverkleinerung oder gänzlicher Zerfall des Weichkörpers eintritt, erübrigt sich ein weiterer Vergleich.

Betrachtet man hingegen die analogen Vorgänge bei den Süßwasserschwämmen, so dürfte sich wohl kaum die Ansicht von WILSON, URBAN und MAAS rechtfertigen lassen, einen derart weitgehenden Vergleich zwischen beiden Prozessen anzustellen und die Reductionskörper infolgedessen als Gemmulae aufzufassen.

Wesentliche Unterschiede zeigen sich einmal schon bei dem äußerlich sichtbaren Verlauf beider Erscheinungen.

Bei den Reductionen sehen wir das Volumen des Weichteils sich mehr und mehr verringern, indem dieser sich innerhalb des intakten Skelets als Ganzes zusammenzieht, in einzelne Stränge zerfällt und weiter nur noch kleine, kuglig-ovale Gebilde darstellt, die als solche (WILSON, URBAN, MAAS) amöboider Bewegung wohl fähig sind und schon bei genauerem Hinsehen von Gemmulis sich unterscheiden, was ihre Hülle bzw. Kapsel und ihre Lage (die Reductionskörper pflegen nicht immer zwischen Spiculazügen zu liegen!) angeht.

Die Gemmulation hingegen scheint nie mit Volumverkleinerung des Schwammkörpers verbunden zu sein, wenigstens nicht mit einer

besonders auffallenden. Es würden sich sonst Angaben darüber in der Spongillidenliteratur finden. Ich selbst besitze mehrere große in Gemmulation befindliche Spongillen, die alle keine nennenswerte »Reduction« ihres Weichteils erkennen lassen. Die Gemmulae entstehen, dem Auge unsichtbar, im Innern des Parenchyms als weiße, rundliche Gebilde. An Stelle einer Volumverkleinerung pflegt dagegen [zuweilen während der Gemmulation, meist aber wohl nach Ausbildung der Gemmulae] Degeneration, Zerfall des gesamten gemmulierenden Weichteils einzutreten. Die Detritusmassen werden weggespült und dadurch die mit der festen Dauerhülle versehenen Gemmulae sichtbar. Die Gemmulae selbst sind natürlich nur passiv beweglich.

Schon hieraus läßt sich vermuten, daß die Reductionskörper und Gemmulae auf eine prinzipiell ganz verschiedene Art und Weise entstehen.

Die Reductionskörper, das Resultat der immer weitergehenden Volumverkleinerung des Schwammkörpers, sind also als ein Stück des Schwammkörpers zu betrachten. Bestehen sie im reduziertesten Zustande (MAAS) auch nur aus einem Inhalte ganz gleichartiger archäocytenähnlicher Zellen, so stellen diese doch zum großen Teil rückdifferenzierte Zellen dar, die dazu durch Phagocytose andres (der Rückdifferenzierung vielleicht nicht fähiges?) Zellmaterial in sich aufgenommen haben. Als charakteristischer Unterschied dürfte wenigstens der von Wichtigkeit sein, daß der gesamte Weichkörper in Bildung der Reductionskörper aufgeht.

Ganz anders entstehen die Gemmulae. Die Anschauung GOETTES (1886), daß die Gemmula als ein Stück des Schwammparenchyms anzusehen sei, da, wie er glaubte, mehrere Zellgruppen, zumal Geißelkammern, zu ihrer Bildung herangezogen würden, darf heute als widerlegt gelten, besonders nach den genauen, neuen Untersuchungen R. EVANS (1901) an *Ephydatia blebningia*, deren Resultate ich für *Spongilla lacustris* und *Ephydatia Mülleri* bestätigen konnte [noch unveröffentlichte Studien]. Es entstehen die Gemmulae aus Aggregaten ursprünglicher Archäocyten, und zwar nur aus diesen. Der zunächst gleichartige Zellenkomplex differenziert sich in eine innere Zellenmasse dotterreicher Archäocyten, die spätere Gemmulakeimmasse, und in eine Rindenschicht hochcylindrischer Zellen, die zu einem Epithel nach Art eines einschichtigen Follikelepithels sich anordnen. Letztere scheiden die Chitinhülle, bzw. nacheinander die beiden Chitinhüllen aus und bilden auch die zwischenliegende Luftkammer-

schicht. Die Amphidiskien der Gemmulahülle entstehen außerhalb im Schwammgewebe und werden von besonderen »Phorocyten« an ihren Bestimmungsort transportiert. Nur eine Zellengruppe sehen wir also zur Bildung der Gemmulae verwendet, wogegen das übrige Gewebe zunächst intakt bleibt, ja bei perennierenden Schwämmen die Gemmulation überhaupt überdauern kann.

Zum Teil durch diesen wesentlichen Unterschied hinsichtlich der Entstehungsweise beider Gebilde bedingt, sehen wir dann zuletzt auch Verschiedenheiten in ihrem Bau, die eine gleiche Benennung nicht rechtfertigen.

Reductionskörper wie Gemmulae bestehen zwar aus einem Inhalte gleichartiger, archäocytenähnlicher Zellen; doch sind diese in dem einen Falle ursprüngliche, im andern zum Teil rückdifferenzierte Zellelemente. Das sie erfüllende Dottermaterial läßt wohl morphologische Unterschiede erkennen, wie ein Vergleich meiner Fig. 9. 14—16 mit den EVANSSchen Bildern zeigt und ich selbst bei Nebeneinanderstellen eigener Präparate beobachtete, doch ist es fraglich, ob sie nicht als unwesentlich überhaupt besser bei Seite gelassen werden. Auffallend ist, daß weder die Gemmulae der Meeres- noch der Süßwasserschwämme im Innern Nadeln zeigen, während solche in den Reductionskörpern gemäß ihrer Entstehung durchweg zahlreich zu sehen sind.

Erhebliche Differenzen zeigt die Umhüllung der beiden Gebilde. Die Reductionskörper lassen keine Dauerhülle oder auch nur einen Ansatz zur Bildung einer solchen erkennen, nur ein wenig resistentes Häutchen abgeflachter Zellen bildet den Abschluß nach außen. Die Folge ist, daß die Reductionskörper zumeist degenerieren, nur wenn sie bald in günstigere Lebensbedingungen kommen, sind sie regenerationsfähig. Als Dauerformen wird man sie kaum ansprechen können.

Anders die Gemmulae. Sie bilden eine einfache oder doppelte, aus chitinartigen Bildungen bestehende, durch Kieselnadeln noch dauerhafter gemachte Kapsel um ihre »Keimmasse« aus. Diese macht sie zu Dauergebilden, die gegen äußere Einflüsse in sehr großem Maße widerstandsfähig sind.

Alle diese Verschiedenheiten, die im Verlaufe beider Prozesse und hinsichtlich der Entstehung und des Baues der resultierenden Gebilde sich zeigen, dürften schon darauf hindeuten, daß Beziehungen zwischen den Reductionen und Gemmulationen nicht vorhanden sind, vielmehr beide Vorgänge scharf auseinander gehalten werden müssen.

Wäre die Reduction wirklich eine künstliche Gemmulation, so dürfte man als Resultat sich reduzierender Süßwasserschwämme die Bildung echter Gemmulae erwarten. Wiederholt wurde, worauf ich schon hinwies, echte Gemmulation bei Spongilliden beobachtet, die in Aquarien gehalten wurden. Aquariumsaufenthalt braucht also einer Gemmulabildung nicht hinderlich zu sein. Im unserm Falle wurden einige Schwämme in Aquarien verteilt, die, wie an ausgeschnittenen Stücken leicht zu prüfen ist, in einem frühen Zustand von Gemmulation sich befanden. Mehrere Exemplare degenerierten, zerfielen. Eines war Anfang Januar unter Bildung einer Menge Gemmulae zerfallen; Reductionerscheinungen waren an ihm nicht bemerkt worden.

Ein zweites, das in einem andern Aquarium sich befand, zeigte die beschriebenen Reductionerscheinungen. Es hatte sich zunächst in einem fast gleichen Gemmulationszustand befunden, wurde aber anscheinend, aus unbekannten Gründen, an der weiteren Ausbildung der Gemmulae gehindert. Von den in einem gemmulierenden Schwamme normalerweise in großen Mengen gleichzeitig auftretenden, überall verstreuten Gemmulaanlagen, blieben nur die schon mit fester Chitinhülle versehenen bei der Reduction erhalten (vgl. Fig. 3); die Archäocytenaggregate und die schon in innere »Keimmasse« und diese umschließenden »Follikel« differenzierten Gemmulaanlagen dürften einer Rückbildung anheimgefallen sein, da in den der Fig. 3 entsprechenden Schnitten, wie schon erwähnt, keine derartigen Bildungen sich zeigten. Es ist nun nicht einzusehen, warum in diesem Falle, wo Gemmulaeanlagen im Schwamme vorhanden waren, diese nicht weitergebildet wurden analog dem 1. Falle, sondern der gesamte Schwammkörper sich reduzierte und in Bildung der doch gar nicht resistenten Reductionskörper aufging, wenn wirklich Beziehungen zwischen Reduction und Gemmulation vorhanden wären.

Es scheint mir so das Beispiel der Süßwasserschwämme klar zu zeigen, daß Gemmulation und Reduction zwei ganz verschiedenartige Prozesse darstellen; unzweckmäßig dürfte es darum wohl sein, mit WILSON, und besonders URBAN und MAAS, eine so enge Beziehung zwischen den analogen Erscheinungen der Meeresschwämme aufzustellen, zumal unsre Kenntnis über deren Gemmulationsprozeß und auch deren Gemmulae selbst noch sehr gering ist; und als unrichtig erscheint es mir, Reductionskörper mariner Spongien als künstliche Gemmulae anzusprechen.

Es sei mir gestattet, auf ähnliche durch DRIESCH (1902 und 1906) und SCHULTZ (1907) bekannt gewordene Ascidienreduktionen und

von H. KERB (1908) beschriebene »Winterknospen« derselben Tiere hinzuweisen. Es scheint hier ein Analogon zu den eben von den Spongien beschriebenen verschiedenartigen Prozessen vorzuliegen. Die DRIESCHschen und SCHULTZschen »Reduktionskugeln«, — ellipsoide oder »-massen«, entsprechen hinsichtlich ihrer Entstehung, ihres Baues (keine Dauerhülle!) und ihrer nur geringen Widerstandskraft den Reduktionskörpern der Spongien.

Die KERBschen Winterknospen, die ebenfalls eine ganz andre Entstehung zeigen als die Reduktionsellipsoide, sind analog den Gemmulis von einer Dauerhülle, die hier aus Cellulose besteht, umgeben.

Die Ascidienreduktionskörper entstehen als Resultat einer Totalreduction des gesamten Tieres; während das die Winterknospen an seitlichen Stolonen bildende Tier nach KERB noch weiter zu leben imstande ist (den perennierenden Spongillen zu vergleichen!).

Ein Vergleich der analogen Vorgänge bei den Ascidien läßt auch hier die Auffassung als unmöglich erscheinen, daß man die Reduktionsellipsoide vielleicht als »künstliche Winterknospen« bezeichnen könne.

Vermutlich dürften auch die Bryozoen ein Analogon der besprochenen Prozesse abgeben, jedoch konnte ich hier keine Angaben über Erscheinungen finden, die vielleicht als Reductionen zu deuten wären, die zur Bildung regenerationsfähiger Reduktionskörper führten (vgl. RÖMER, 1906).

Desgleichen fehlen eingehendere histologische Untersuchungen darüber, ob vielleicht bei dem Eintrocknungsprozeß der Tardigraden oder Rotatorien Reductionen, also Rückbildung zu mehr embryonalem Zustand, vorkommen. Nach den Untersuchungen JACOBS (1909) handelt es sich anscheinend nur um einfache Austrocknung.

---

Zum Schlusse möchte ich auch an dieser Stelle meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. E. KORSCHLT, für das den Untersuchungen stets entgegengebrachte Interesse und die vielfachen Ratschläge meinen tiefsten Dank aussprechen. Desgleichen bin ich Herrn Privatdozenten Dr. HARMS und Herrn Dr. TÖNNIGES zu Dank verpflichtet.

---

## Literaturverzeichnis.

- ALLEMAND, A. (1907) Étude de physiologie appliquée à la Spongiculture sur les côtes de Tunisie. Thèses Lyon-Tunis. 195 p. 17 Pl.
- BARFURTH, D. (1906...) Regeneration und Involution. Jährl. Jahresber. In: MERKEL u. BONNET, Ergebn. Anat. u. Entw.-Gesch. Bd. 1—14. 1891—1904.
- BERNINGER, J. (1911) Über die Einwirkung des Hungers auf Planarien. Zool. Jahrb., Abt. f. Allg. Zool. u. Phys. Bd. 30. S. 181—216.
- DELAGE, Y. (1892) Embryogénie des Éponges. Arch. Zool. Exp. Gén. (3.) T. 2. p. 345—498. Pl. 14—21.
- DRIESCH, H. (1902) Skizzen zur Restitutionslehre. 6. Die Rest. der Clavellina lepadiformis. Arch. f. Entw.-Mech. Bd. 14. S. 247—287.
- (1902) Studien über das Regulationsvermögen der Organismen. 7. Zwei neue Regulationsvorgänge bei Tubularia. Arch. f. Entw.-Mech. Bd. 14. S. 532.
- (1906) Skizzen zur Restitutionslehre. Clavellina lepadiformis. Arch. f. Entw.-Mech. Bd. 20. S. 25.
- EVANS, R. (1899) The structure and metamorphosis of the larva of Spongilla lacustris. Quart. Journ. Micr. Sc. Vol. 42. p. 363. Pl. 35—41.
- (1901) A description of Ephydatia blembingia with an account of the formation and structure of the Gemmule. Quart. Journ. Micr. Sc. Vol. 44. p. 71.
- GODLEWSKI, E. (1904) Zur Kenntnis der Regulationsvorgänge bei Tubularia mesembryanthemum. Arch. f. Entw.-Mech. Bd. 18.
- GOETTE, A. (1886) Abhandlungen zur Entwicklungsgeschichte der Tiere. Heft 3. Untersuchungen zur Entw. von Spongilla fluviatilis.
- HAECKEL, E. (1872) Die Kalkschwämme. Eine Monographie. 3 Bde. Berlin.
- HANSEN, G. A. (1885) Bericht über zoolog. Untersuchungen usw. Museums Aarsberetn. for 1885.
- HERTWIG, R. (1906) Über Knospung und Geschlechtsentwicklung von Hydra fusca. Biol. Centralbl. Bd. 26. S. 489—508.
- IJIMA, J. (1901) Studies on the Hexactinellida. Contribution I. (Euplectellidae.) Journ. College of Science Imperial University Tokyo. 15.
- JACOBS, M. H. (1909) The effects of desiccation of the rotifer Philodina roseola. Journ. Exp. Zool. Philadelphia. Vol. 6. p. 207—263.
- JÖRGENSEN, M. (1910) Beiträge zur Kenntnis der Eibildung, Reifung, Befruchtung und Furchung bei Schwämmen (Syconen). Arch. f. Zellforschung. Bd. 4. S. 163—242.
- KELER, C. (1889) Die Spongienfauna des Roten Meeres. I. Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. 48. S. 311.
- KERB, H. (1908) Biologische Beiträge zur Frage der Überwinterung der Ascidien. Arch. mikr. Anat. Bd. 72. S. 386—414. Taf. 18.
- LAURENT, L. (1844) Voyage autour du monde sur la Bonite. (Zoophytologie.) Paris, chez A. Bertrand. 3 Pl.
- LENDENFELD, R. v. (1903) Eine biologische Notiz über Spongilla fragilis Leydi. Arch. f. Naturg. 69. Jahrg. S. 181.
- LIEBERKÜHN, N. (1856) Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Spongillen. Arch. Anat. Phys. (O. MÜLLER.) S. 1.
- (1856) Zur Entwicklung der Spongillen. Ebenda. S. 413.

- LIEBERKÜHN, N. (1857) Beiträge zur Anatomie der Spongien. Arch. Anat. Phys. (O. MÜLLER). S. 376.
- (1859) Neue Beiträge zur Anatomie der Spongien. Ebenda.
- MAAS, O. (1893) Die Embryonalentwicklung und Metamorphose der Cornacspongien. Zool. Jahrb., Abt. f. Anat. Bd. 7. S. 331—448. Taf. 19—23.
- (1900) Die Weiterentwicklung der Syconen nach der Metamorphose. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 67. 2. S. 215—240. Taf. 9—12.
- (1904) Über die Wirkung der Kalkentziehung auf die Entwicklung der Kalkschwämme. Sitzungsber. d. Ges. f. Morph. u. Phys. München. Bd. 20. S. 4—22. 9 Fig.
- (1906) Über die Einwirkung karbonatfreier und kalkfreier Salzlösungen auf erwachsene Kalkschwämme und auf Entwicklungsstadien derselben. Arch. f. Entw.-Mech. Bd. 22. S. 581—599.
- (1907) Über die Wirkung des Hungers und der Kalkentziehung bei Kalkschwämmen und andern kalkausscheidenden Organismen. Sitz.-Ber. d. Ges. f. Morph. u. Phys. München. Bd. 23. S. 82—89.
- (1910) Über Involutionerscheinungen bei Schwämmen und ihre Bedeutung für die Auffassung des Spongienkörpers. Festschrift zum 60. Geburtstag R. HERTWIGS. Bd. III. S. 93—130. 3 Taf.
- MASTERMAN, A. T. (1894) On the nutritive and excretory processes of Porifera. Ann. Mag. N. H. (6.) 14. p. 48.
- METSCHNIKOFF, E. (1879) Spongiologische Studien. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 32. S. 349.
- MINCHIN, E. A. (1898) Materials for a monograph of the Ascons. I. On the origin and growth of . . . spicules in the family Clathrinidae. Quart. Journ. of Mic. Sc. Vol. 40. p. 469—587. Pl. 38—42.
- (1900) Porifera in: A Treatise on Zoologie, edit. by E. RAY LANCESTER, London. Cap. III. p. 178.
- (1908) Materials for a monograph of the Ascons. II. The formation of spicules in the genus Leucosolenia, with some notes on the histology of the sponges. Quart. Journ. of Mic. Sc. Vol. 52. p. 301—355. Pl. 17—21.
- MÜLLER, K. (1911 $\alpha$ ) Versuche über die Regenerationsfähigkeit der Süßwasserschwämme. Zool. Anz. Bd. 37. S. 83—88.
- (1911 $\beta$ ) Beobachtungen über Reduktionsvorgänge bei Spongilliden, nebst Bemerkungen zu deren äußerer Morphologie und Biologie. Zool. Anzeig. Bd. 37. S. 114—121. 3 Fig.
- NÖLDEKE, B. (1894) Die Metamorphose des Süßwasserschwammes. Zool. Jahrb., Abt. f. Anat. u. Ontol. d. Tiere. Bd. 8. S. 153. Taf. 8, 9.
- PRZIBRAM, H. (1909) Experimental-Zoologie. 2. Regeneration. Wien u. Leipzig.
- RIBBERT, H. (1897) Über Veränderungen transplantierter Gewebe. Arch. f. Entw.-Mech. Bd. 6.
- (1898) Arch. f. Entw.-Mech. Bd. 7.
- RÖMER, O. (1906) Untersuchungen über die Knospung, Degeneration und Regeneration von einigen marinen entoprocten Bryozoen. Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. 34.
- SCHULTZ, E. (1904) Über Reductionen. I. Planaria lactea. Arch. f. Entw.-Mech. Bd. 18.
- (1906) Über Reductionen. II. Hydra. Ebenda. Bd. 21.
- (1907) Über Reductionen. III. Clavellina lepadiformis. Ebenda. Bd. 24.

- SCHULTZ, E. (1908) Über umkehrbare Entwicklungsprozesse und ihre Bedeutung für eine Theorie der Vererbung. In: Vorträge u. Aufs. über Entw.-Mech. d. Organismen, herausgeg. v. W. ROUX. Heft IV. 48 S.
- SCHULZE, F. E. (1904) Hexactinellida. In: Wiss. Ergebn. d. deutschen Tiefsee-Exp. Bd. 4. 266 S. 52 Taf.
- STOPPENBRINK, F. (1905) Der Einfluß herabgesetzter Ernährung auf den histologischen Bau der Süßwassertricladien. Zeitschr. f. wiss. Zoolog. Bd. 79. S. 496—547.
- URBAN, F. (1910) Zur Kenntnis der Biologie und Cytologie der Kalkschwämme (Fam. Clathrinidae Minch.). Int. Rev. Ges. Hydrobiol. Bd. 3. S. 37—43. 6 Fig. Vorläuf. Bericht.
- VOSMAER, G. C. J. (1886) Spongien (Porifera). In: BRONNS Klassen u. Ordnungen. Leipzig u. Heidelberg.
- VOSMAER, G. C. J., and PEKELHARING, C. A. (1893) On SOLLAS' membrane in Sponges. Tijdschr. Nederl. Dierk. Vereen. Leiden 2 e s. Deel IV. p. 38.
- WELTNER, W. (1888) Über das Fortleben von Spongillen nach der Ausbildung von Schwärmlarven. Sitz.-Ber. d. Ges. Naturf. Freunde Berlin. S. 18—22.
- (1893) Spongilliden-Studien. II. Arch. f. Naturgesch. Bd. 59. S. 245.
- (1896) Der Bau des Süßwasserschwammes. Blätter f. Aquarien- u. Terrarienfreunde. 7. S. 277.
- (1901) Spongilliden-Studien. IV. Arch. f. Naturgesch. Bd. 67. Beiheft. (Festschr. f. Ed. v. MARTENS.) S. 187.
- (1907) Spongilliden-Studien. V. Zur Biologie von Ephydatia fluviatilis und die Bedeutung der Amöbocyten für die Spongilliden. Arch. f. Naturgesch. 73. Jahrg. S. 273—286.
- WILSON, H. V. (1891) Notes on the development of some sponges. Journ. of Morph. Vol. 5. 3.
- (1894) Observations on the gemmula and egg-development of marine sponges. Journ. of Morph. Vol. 9. 3.
- (1907 $\alpha$ ) A new method by which sponges may be artificially reared. Science. N. S. Vol. 25. p. 912—915.
- (1907 $\beta$ ) On some phenomena of coalescence and regeneration in sponges. Journ. of Exp. Zool. Vol. 5. 2. p. 245—258.
- ZIEGLER, H. E. (1909) Zoologisches Wörterbuch. Jena.
- ZYKOFF, W. (1892) Entwicklungsgeschichte von Ephydatia Mülleri Lieberk. aus den Gemmulae. Biol. Centralbl. Bd. 12. S. 713.