

Über Ei- und Samenbildung bei *Spongilla fluviatilis*.

Von

Karl Fiedler in Zürich.

Mit Tafel XI und XII.

Die Süßwasserschwämme gehören zu den am meisten untersuchten Vertretern des Spongienstammes. Davon zeugt fast jedes Blatt der geschichtlichen Darstellungen, wie sie besonders eingehend vor Jahren durch JOHNSTON (Nr. 20 des Litteraturverzeichnisses, p. 23—75), neuerdings durch VOSMAER (Nr. 65, p. 15—111) gegeben worden sind. Dennoch lassen unverkennbare Lücken unseres diesbezüglichen Wissens und die mannigfachen Widersprüche, welche in den vorliegenden Angaben enthalten sind, eine erneute Prüfung nicht zwecklos erscheinen. So wurde beispielsweise die Entwicklung der Samenkörperchen von *Spongilla* seit LIEBERKÜHN'S grundlegenden Beobachtungen (Nr. 36—38) nicht wieder in genauer Weise verfolgt, wohl aber trat die Frage nach den wichtigen Entdeckungen F. E. SCHULZE'S bei *Halisarca* (Nr. 53) und POLEJAEFF'S bei *Sycandra* (Nr. 46) in ein neues Stadium. Betreffs der Eibildung hat GÖTTE seine vielbestrittene Anschauung von der Mehrzelligkeit des Eies auch auf *Spongilla* auszudehnen gesucht (Nr. 15 und 16) und in der Keimblätterfrage sind seine Ergebnisse mit jenen GANIN'S (Nr. 13 und 14) unvereinbar: während GANIN drei Keimblätter unterscheidet, welche die verschiedenen Gewebe des jungen Schwammes liefern, wird nach GÖTTE das Ektoderm der Larve vollständig abgeworfen, und der »künftige Schwamm geht mit allen seinen Theilen nur aus dem Entoderm hervor«. Auch in den Einzelheiten weichen die Beobachtungen und Schlüsse vielfach von einander ab.

Aus den angedeuteten Gründen entsprach ich gern dem Vorschlage meines hochverehrten Lehrers, Herrn Professor Dr. F. E. SCHULZE, die Entwicklungsgeschichte von *Spongilla fluviatilis* (mit Ausschluss der Gemmulaentwicklung) zum Gegenstand einer möglichst einlässlichen

Untersuchung zu machen. Im Verlaufe der Arbeit sah ich mich indessen zu einer weiteren Beschränkung der Aufgabe genöthigt. Die Entwicklung der Geschlechtsprodukte lieferte mehr Thatsächliches als ich erwartet, aber die Untersuchung beanspruchte auch mehr Zeit als ich geglaubt hatte. Meine Beobachtungen über die Bildung und das weitere Verhalten der Keimblätter sind daher, obwohl von ziemlichem Umfange, doch nicht ausreichend, um mir schon jetzt Stellungnahme in dieser Hinsicht zu gestatten. Die nachfolgende Arbeit behandelt also vorzugsweise die Entwicklung der Eier und der Samenelemente von *Spongilla* und berührt einige andere Fragen nur beiläufig.

Ein Haupttheil der Untersuchung wurde während des Sommersemesters 1887 im zoologischen Institute der Universität Berlin ausgeführt. Es ist mir Bedürfnis, in aufrichtiger Dankbarkeit der unschätzbaren Förderung zu gedenken, welche Herr Professor Dr. F. E. SCHULZE meinen Bestrebungen zu Theil werden ließ. Auch den Assistenten des Institutes, den Herren Dr. KORSCHULT und VON MÄHRENTHAL, sowie den Herren Dr. HEIDER und WELTNER bin ich für manchen Wink Dank schuldig. Ihren Abschluss fand die Arbeit hier in Zürich, wo Herr Professor Dr. H. FREY, der hochverehrte Leiter meiner ersten zoologischen Studien, mich von Neuem zu größtem Danke verpflichtete, indem er mir einen Arbeitsraum seines Institutes und seine Bibliothek zur Verfügung stellte. Endlich unterstützte mich Herr Dr. C. KELLER durch freundliche Überlassung einer Anzahl von Schriften, welche mir hier sonst nicht zugänglich gewesen wären. — Eine kurze vorläufige Mittheilung über einige Ergebnisse meiner Arbeit findet sich in Nr. 266 des »Zoologischen Anzeigers« vom 28. Nov. 1887 (Nr. 12).

Untersuchungsmethoden.

Meine Untersuchungen beziehen sich im Wesentlichen auf *Spongilla fluviatilis*, wenn auch gelegentlich noch andere der in der Spree vorkommenden Spongillenarten zur Vergleichung benutzt wurden. Vor dreißig Jahren schon hatte LIEBERKÜHN auf den in dieser Hinsicht in der That außerordentlichen Reichthum der Spree aufmerksam gemacht, und seither scheint kaum eine Verminderung eingetreten zu sein. Die hölzernen Balken der »Waisenbrücke«, die steinernen Pfeiler der Stadtbahn, welche sich gerade dort eine Strecke weit dem Flusse entlang und über demselben hinzieht, sind in oft beträchtlicher Ausdehnung von diesen unscheinbaren Ansiedlern bedeckt. Vermittels eines an einem Stocke befestigten Netzes ist ihnen vom Kahne aus leicht beizukommen. Kleine, aber unzweifelhaft lebende Stücke wurden sofort in Härtungsflüssigkeiten eingelegt, andere in wassergefüllten Gläsern

mitgenommen und in eine größere Anzahl von Aquarien vertheilt, welche zu ausgiebiger Durchlüftung des Wassers schon einige Tage vorher mit Pflanzen, besonders der Wasserpest (*Elodea canadensis*) besetzt worden waren. Auch von diesen eingesetzten Schwammstückchen wurde später ein Theil auf verschiedene Weise gehärtet, ein anderer so lange in den Aquarien belassen, bis die Larven zahlreich ausschwärmten. An den Blättern der Wasserpest setzten sie sich gern fest und konnten mit denselben dann leicht gehärtet, gefärbt, eingebettet und geschnitten werden. Dem gleichen Zwecke dienten dünne, möglichst eben gegossene und vor dem Einlegen in die Aquarien sorgfältig ausgewaschene Kollodiumplatten, welche nach einer mündlichen Mittheilung von Herrn Dr. VOSMAER hergestellt und verwendet wurden. Aus den Eingangs angegebenen Gründen ist indessen weder hierauf noch auf die anderen Einrichtungen näher einzutreten, welche zur Beobachtung und Sammlung der Larven getroffen wurden. Nur das sei noch hervorgehoben, dass man die meisten Bewegungserscheinungen mittels des SCHULZE'schen Horizontal- oder Aquariummikroskopes¹ in sehr hübscher Weise verfolgen kann. Endlich bemerke ich, dass die Aquarien, den natürlichen Verhältnissen entsprechend, kühl und vor unmittelbarer starker Besonnung geschützt aufgestellt wurden; wenn man von Zeit zu Zeit das Wasser der Aquarien theilweise erneuert und durch aufgelegte Glasplatten das Hineingerathen von Staub und anderen Unreinigkeiten verhindert, so genügt dies meist, um die Schwammstückchen auch ohne Anwendung künstlicher Wasserströmung wochenlang am Leben zu erhalten. — Da ich je einmal im März und April, je zweimal im Mai, Juni und Juli Material sammelte, und zwar stets von einer größeren Anzahl von Exemplaren, so konnte ich sicher sein, alle Stufen der Gewebsbildung in den konservirten Stücken vertreten zu finden.

Von Fixirungs- und Konservirungsflüssigkeiten verwendete ich am häufigsten den absoluten Alkohol und ein Sublimat-Alkohol-Gemisch. Letzteres bestand aus 1 Theil kalt gesättigter Sublimatlösung, 1 Theil 70 %igem Alkohol, 1 Theil destillirtem Wasser; das Auswaschen des Sublimats wurde mit verdünntem Alkohol vorgenommen. Erst später, aber mit sehr gutem Erfolge, benutzte ich KLEINENBERG's Pikrinschwefelsäure und gelegentlich auch FLEMMING's Chrom-Osmium-Essigsäure-Gemisch. Entsprach letzteres in Bezug auf die Erhaltung der Kerntheilungsbilder

¹ Neuerdings beschrieben und abgebildet in der »Zeitschr. f. wissensch. Mikroskopie«. Bd. IV. p. 318—320. (P. SCHIEFFERDECKER, Mittheilungen von der Ausstellung wissenschaftlicher Apparate an der 60. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Wiesbaden.)

nicht ganz den Erwartungen, so hob es dafür gewisse andere Eigen-
thümlichkeiten der Zellen scharf hervor (vgl. p. 94).

Zum Durchfärben ganzer Stücke gebrauchte ich Anfangs besonders
GRENACHER's Boraxkarmin und das Salzsäure-Karmin nach SCHWEIGGER-
SEIDEL. Kleine Stücke lassen sich selbst mit BÖHMER's Hämatoxylin und
mit Pikrokarmin sehr wohl durchfärben; ersteres liefert namentlich
dann scharfe Kernfärbung, wenn man ziemlich stark überfärbt, mit
ganz schwach salzsaurem Alkohol auszieht und mit ammoniakalisch ge-
machtem Alkohol die Wirkung der Salzsäure einhält und aufhebt. Zum
Schneiden bettete ich meist in Paraffin, seltener in Celloidin ein und
klebte die Schnitte im ersteren Falle nach der MAYER'schen Glycerin-
Eiweißmethode, im letzteren nach dem GIESBRECHT'schen Schellackver-
fahren auf. Die Schnittdicke schwankte zwischen $\frac{1}{50}$ und $\frac{1}{160}$ mm
und wo es geboten schien, wurden ausgedehnte Schnittserien herge-
stellt. Nachbehandlung der Hämatoxylinpräparate mit Eosin, der Pikro-
karminfärbungen mit einer alkoholischen Lösung von Bleu de Lyon
lieferte vorzüglich differenzirte Bilder. Das Bleu de Lyon wird da-
durch besonders werthvoll, dass es durch Auswaschen der zuerst gleich-
mäßig blau erscheinenden Schnitte mit ammoniakalischem Alkohol
gelingt, die blaue Färbung auf die Dotterkörner des Eies zu beschränken,
welche sich so von den rothgefärbten Kernbildungen deutlich abheben.
Das Verfahren scheint durch MAURICE und SCHULGIN eingeführt zu sein
und wurde neuerdings für die ebenfalls so dotterreichen Eier der Insek-
ten durch BLOCHMANN verwerthet¹. — Schnitte der mit Pikrinschwefel-
säure konservirten Gewebe zeigen schon bei Behandlung mit Hämato-
xylin in den Eizellen und deren Abkömmlingen eine Doppelfärbung,
indem die Kerne blau-violett werden, während die Dotterbestandtheile
einen gelblichen oder schwach röthlichen Ton erhalten. Immerhin ist
die Differenzirung bei Weitem nicht so gut als bei dem zuerst ange-
gebenen Verfahren.

Zur Anfertigung der Zeichnungen wurden hauptsächlich die HART-
NACK'schen Trockenlinsen Nr. 4, 7 und 9 benutzt. Bei der Darstellung
feinster Einzelheiten gebrauchte ich zuerst eine Ölimmersion ($\frac{1}{18}$ "
von ZEISS, später eine nicht minder vorzügliche Tauchlinse ($\frac{1}{20}$ "
von REICHERT. Die Umrisse der Zeichnungen sind sämmtlich mit Hilfe der
OBERHÄUSER'schen Camera entworfen.

¹ CH. MAURICE et SCHULGIN, Embryogénie de l'Amaroecium proliferum. Ann.
des sc. nat. Zool. 6. sér. t. XVII. p. 6. 1884. — F. BLOCHMANN, Über die Reifung
der Eier bei Bienen und Wespen. Festschr. zur Feier des 500jähr. Bestehens d.
Ruperto-Carola dargebr. vom Naturhist. Verein Heidelberg. p. 148. 1886.

Einige Zellformen.

Es dürfte zweckmäßig sein, der näheren Schilderung der Eibildungsvorgänge eine kurze Charakteristik der hauptsächlichsten Zellformen des Mesoderms oder — um einen indifferenten Ausdruck zu gebrauchen — der Binde substanzschicht (F. E. SCHULZE) oder des Innenparenchyms (GÖTTE) vorausgehen zu lassen. Man muss hier, wie ich glaube, eine größere Anzahl verschiedenartiger Zellen unterscheiden, als bisher geschah. Ich denke dabei weniger an die wechselnden äußeren Umrisse der Zellen, wonach sie als Spindelzellen, Sternzellen etc. bezeichnet worden sind, als vielmehr an jene Verschiedenheiten, welche sich im Aufbau des Protoplasmaleibes und des Zellkernes aussprechen.

Zunächst kann man zwei große Gruppen aufstellen; in die eine gehören alle Zellen mit gleichmäßig, in die andere die Zellen mit ungleichmäßig gekörntem Protoplasma. Die zweite Gruppe zerfällt, besonders nach der Beschaffenheit der Kerne, wiederum in mehrere Untergruppen.

Die Zellen mit gleichmäßig gekörntem Protoplasma (Fig. 4—4) sind der Aufmerksamkeit lange entgangen. Bei unserer *Spongilla* wurden sie zuerst von WELTNER beobachtet, später, jedoch unabhängig, auch von mir gefunden. Von WELTNER liegen noch keine Mittheilungen vor, auf welche ich mich beziehen könnte; in Erwartung derselben möchte ich mich jedoch auf das Nothwendigste beschränken. Die Körnchen des Protoplasmas, welche den Zellkörper in sehr gleichmäßiger Weise erfüllen, sind kugelförmig, einfach umrandet, alle von ziemlich gleicher Größe. Eine helle Randzone völlig durchsichtigen Protoplasmas bleibt oft ganz körnchenfrei. Sie färbt sich auch nicht, während die Körnchen sich dadurch auszeichnen, dass sie Anilinfarbstoffe begierig aufnehmen und sie fester halten, als es seitens der protoplasmatischen Körper der anderen Zellen geschieht. Beispielsweise giebt jenen Eosin einen schön rosenrothen, Bleu de Lyon einen hellen blauen Ton (nur darf das Auswaschen mit ammoniakalischem Alkohol nicht allzu lange fortgesetzt werden). Das Chromatin des Kernes fand ich bei diesen Zellen stets in Form eines mehr oder weniger feinen Gerüsts (Fig. 3—4). Gelegentlich traten kleine Kernkörperchen darin auf, gewöhnlich fehlten sie jedoch. Manchmal waren die Umrisse des Kernes so unregelmäßig, dass man amöboide Bewegungen vermuthen mochte; indessen kann ich tatsächliche Beobachtungen hierüber nicht anführen. Die Zellen selbst sind dagegen ganz unzweifelhaft amöboid beweglich; auch in den Präparaten sieht man sie selten in annähernd rundlicher Gestalt; meist

zeigen sie mehrere lappige Fortsätze, welche — wie schon bemerkt — körnchenfrei sind. In schmalen Gewebsbalken können sich die wandernden Zellen außerordentlich in die Länge ziehen. Die Fig. 4 stellt einen solchen Balken aus der Nähe der Schwammoberfläche dar. Übrigens hat LIEBERKÜHN offenbar schon Ähnliches gesehen (Nr. 44, p. 720).

Was die Vertheilung der gleichmäßig grobgekörnten Zellen angeht, so kommen dieselben im ganzen Schwammkörper zerstreut vor, namentlich aber gegen alle freien Oberflächen zu. Besonders zahlreich und konstant schienen sie mir unter, ja zwischen den Plattenzellen der Haut aufzutreten, wo sie auch die Nähe der Einströmungsöffnungen bevorzugten (Fig. 2). Dabei fällt auf, dass ihr sonst so regelmäßig gekörntes Protoplasma hier gewöhnlich noch unregelmäßig gestaltete und lebhafter färbbare Theilchen enthält. Dürfte man dieselben, wofür die meiste Wahrscheinlichkeit spricht, als von außen aufgenommene Nahrungskörperchen betrachten, so würde sich die Ansicht POLEJAEFF's bestätigen, wonach ganz ähnlichen, bei Kalkschwämmen beobachteten Zellen »nutritive Funktion« zuzuschreiben ist (Nr. 47, p. 46). POLEJAEFF fand bei seiner *Leucetta vera* in den aus- wie in den einführenden Kanälen Stellen, welche statt mit den bekannten Plattenzellen mit jenen grobgekörnten Zellen bedeckt waren; bei *Leucosolenia blanca* Miélucho-Maclay bildet er sie mehr vereinzelt inmitten des übrigen Schwammparenchyms ab.

v. LENDENFELD hatte auf Grund seiner Fütterungsversuche mit Karmin (bei *Aplysilla violacea* v. L.) angenommen, nur die ektodermalen Plattenzellen besäßen die Fähigkeit der Nahrungsaufnahme (Nr. 34, p. 252) und die darunter gelegenen, dann im Parenchym sich vertheilenden (pigmentirten), amöboiden Wanderzellen besorgten die Verdauung; dagegen glaubt nun POLEJAEFF jene erstere Fähigkeit auch auf entodermale Plattenzellen, eben jene grobgekörnten Elemente, ausdehnen zu müssen, während alle Zellen des Spongienorganismus im Stande sein sollen, zu verdauen. Endlich sind hierher noch die KRUKENBERG'schen Versuchsergebnisse zu stellen, wonach (bei *Suberites domuncula* und *Chondrosia reniformis*) »auf die äußere Schwammschicht geheftete Fäden rohen Fibrins binnen 24—36 Stunden vom Schwammkörper aufgelöst und resorbirt werden, während sie durch das Thier hindurchgezogen innerhalb viel längerer Zeit keine erkennbare Veränderung erleiden«; in einem anderen Falle (*Suberites massa*) wurde auch tiefer eingebrachtes Fibrin verdaut, obschon viel langsamer (Nr. 26, p. 73 und Nr. 29, p. 54).

Aus der Vergleichung der angeführten und meiner eigenen Beob-

achtungen an *Spongilla* wird man nun folgern dürfen, dass die der Bindesubstanzschicht angehörigen grobgekörnten Wanderzellen sowohl der Nahrungsaufnahme als der Verdauung vorstehen. Den verhältnismäßig so außerordentlich protoplasmaarmen Plattenzellen der äußeren Haut möchte ich überhaupt nicht viel eigene Thätigkeit zuschreiben. So wenig wie sie die Zusammenziehung der Haut besorgen — dies vermitteln die unter ihnen gelegenen, muskelfaserähnlich gestreckten Parenchymzellen — so wenig dürften sie bei der Nahrungsaufnahme und -Verarbeitung ernsthaft betheilig sein. Dagegen ließe sich aus der oben erwähnten engen Beziehung der grobgekörnten Zellen zur Hautschicht sowohl das Untersuchungsergebnis v. LENDENFELD's als das KRUKENBERG's erklären, und aus ihrer Verbreitung durch den gesammten Schwammkörper könnte man die Vertheilung der Nahrung in demselben ungezwungen herleiten (vgl. in dieser Hinsicht auch die bereits angeführte Fig. 2). Dass die grobgekörnten Zellen aufgenommene Stoffe rasch und vollständig ihrem Körper einverleiben, dieselben assimiliren, verdauen, darauf deutet der Umstand, dass sie nur in der Nähe der freien Oberflächen neben ihren gleichmäßigen Körnchen noch abweichend gestaltete Inhaltkörperchen führen.

Ich verkenne keineswegs, dass auch diese Anschauung nur eine Hypothese ist, welcher man höchstens einen größeren oder geringeren Grad von Wahrscheinlichkeit beimessen kann. Die Physiologie der Ernährung bei den Spongien ist aber noch immer ein so dunkles Gebiet, dass man sich begnügen muss, die von Anderen gefundenen und die eigenen Beobachtungen in möglichst natürlicher Weise zu verknüpfen. Neue, plangemäß durchgeführte Versuche sind dringend zu wünschen, und namentlich wird man dabei wirklich verdauliche Substanzen und nicht nur vollkommen unverdauliche Farbstoffe anwenden müssen, will man anders beweisende Ergebnisse erzielen; möglich, dass auch hier Fütterungen mit bestimmten, sicher wieder erkennbaren Bakterienarten bemerkenswerthe Aufschlüsse lieferten. — Wie weit die Verschiedenheit der sich widerstreitenden Meinungen bereits gediehen ist, das lehrt ein kurzer Überblick der bezüglichen Litteratur; sind doch nach und nach so ziemlich alle Gewebe und Theile des Schwammkörpers mit Nahrungsaufnahme und Verdauung in Verbindung gesetzt worden. Nach O. SCHMIDT kommen diese Funktionen der »ungeformten Sarkode« der Schwämme zu (Nr. 50), nach CARTER und HAECKEL ausschließlich den »Kragenzellen der Wimperkammern« (Nr. 5, p. 24 und 9, p. 374; Nr. 18, p. 572), nach LIEBERKÜHN und METSCHNIKOFF vorzugsweise den »Meso-dermelementen« (Nr. 34, p. 387; Nr. 45, p. 376). KELLER schließt sich an HAECKEL an, mit der Erweiterung, dass er die von den Geißelzellen

assimilirte Nahrung von »nutritiven Wanderzellen« übernehmen und im Schwammkörper verbreiten lässt; diese, Anfangs mit großen kugligen Körnern erfüllten Zellen sollen endlich in der Rindenschicht unter Vaucolenbildung zu Grunde gehen (Nr. 22, p. 570). Der wiederum abweichenden Vorstellungen von LENDENFELD'S und POLEJAEFF'S wurde bereits gedacht. Während endlich den wimpernden Kragenzellen neben ihrer Antheilnahme an der Erzeugung des Wasserstromes meist hervorragende respiratorische Bedeutung zugeschrieben wurde, lässt sie v. LENDENFELD besonders bei der Ausstoßung unverdauter Nahrungsreste und anderer Erzeugnisse des Stoffwechsels betheiligte sein (Nr. 34, p. 253).

Die Zellen mit ungleichmäßig gekörntem Protoplasma machen die Hauptmasse des Schwammparenchyms aus. Nach den p. 89 aufgestellten Gesichtspunkten kann man sie wiederum in mehrere Gruppen bringen. Bei den Zellen der einen Gruppe enthält der Kern wie bei den gleichmäßig grobgekörnten Zellen ein fädiges Chromatingerüst, dem gelegentlich kleine Kernkörper (Nucleolen) eingelagert sind; nur ist das Gerüst meist noch etwas feiner als bei jenen. Bei den Zellen der anderen Gruppe führt der Kern neben sehr spärlichen Chromatinfäden ein ziemlich großes stark lichtbrechendes Kernkörperchen. Der Protoplasmaleib der Zellen der ersten Art ist gewöhnlich etwas kleiner als der der letzteren. Zu der ersten Kategorie zählen einmal die am wenigsten specialisirten gewöhnlichen Bindegewebszellen, welche zur Zeit der Ausbildung der Geschlechtsprodukte einen wichtigen Antheil an der Bildung der zugehörigen Follikel nehmen; sodann die langgestreckten Elemente, welche mit SCHULZE am besten als »kontraktile Faserzellen« zu bezeichnen sind (Nr. 55, p. 395). Zu der zweiten Kategorie gehören zunächst die Eizellen, dann die Bildungszellen der Kieselnadeln und endlich einige Formen amöboider Wanderzellen.

Die Zellen der ersten Kategorie sollen, so weit sie in den Aufbau des Eifollikels eintreten, erst bei der Darstellung der Eientwicklung besprochen werden (vgl. p. 98). Dagegen seien hier einige Bemerkungen über die »kontraktilen Faserzellen« gestattet. Diese Zellen besitzen bei Spongilla selten so ausgeprägte Spindelform wie bei vielen anderen Schwämmen (vgl. z. B. Nr. 40, p. 529; Nr. 4, p. 750; Nr. 49, p. 43, Nr. 25, p. 49; Nr. 44, p. 456; Nr. 8, p. 36; besonders Nr. 55, p. 393 u. 409, Nr. 56, p. 436, Nr. 57, p. 628, Nr. 58, p. 47); obschon die Längsrichtung überwiegt, bleibt der Körper doch ziemlich breit und sogar das Ende ist oft nur wenig verschmälert. Im Inneren des Schwammes finden sich solche Zellen kaum zu deutlichen Zügen vereinigt. Dagegen bilden sie unmittelbar unter dem Plattenepithel der Haut Züge von

mehreren annähernd parallel verlaufenden Fasern (Fig. 2); immerhin sind auch diese Züge kurz und werden bald von anders laufenden gekreuzt. In der Umgebung der Poren lagern sie sich ungefähr ringförmig und man kann dadurch selbst an einer scheinbar porenlosen Haut den Ort der Poren oft erkennen. Aus alledem ist ersichtlich, dass man bei *Spongilla* kaum auf die Bezeichnung »Muskelfasern« gekommen wäre, welche zuerst O. SCHMIDT und CARTER für entsprechende Elemente bei anderen Spongien gebrauchten (Nr. 8, p. 36; Nr. 49, p. 43).

Aber noch aus anderen Gründen bleibt der SCHULZE'sche Ausdruck »kontraktile Faserzellen« der beste. Derselbe wurde bekanntlich eingeführt, um nach dem Vorgange HAECKEL's den Begriff Muskelfasern auf solche Zellen oder Zellfusionen einschränken zu können, welche mit Nervenfasern in Zusammenhang stehen¹. In neuester Zeit schien freilich diese Unterscheidung, zum mindesten für die Schwämme, überflüssig zu werden, da v. LENDENFELD eine Reihe von Mittheilungen veröffentlichte, wonach den Schwämmen Nerven, also auch wirkliche Muskeln zukämen (Nr. 32—35). Aber schon VOSMAER gelangte in einer kritischen Besprechung zu dem Schlusse, dass die beigebrachten Beobachtungen zum Beweise der aufgestellten Behauptung nicht ausreichend seien (Nr. 64, p. 499), namentlich deshalb »weil die Verbindung zwischen den sog. Sinneszellen, Ganglien und Muskeln noch nicht« gesehen wurde. Ich habe nun nicht nur bei *Spongilla* diesen Verhältnissen besondere Aufmerksamkeit gewidmet, sondern längere Zeit auf eine eigene Nachuntersuchung an *Sycandra raphanus* verwendet. Obwohl ich also eine Art vor mir hatte, an deren australischen Gattungsangehörigen (*S. arborea* Ldf. und *S. pila* Ldf.) v. LENDENFELD nervöse Elemente gefunden zu haben glaubt, obwohl die lebend von Triest nach Berlin gelangten Thiere möglichst genau nach den Angaben von LENDENFELD's (Nr. 32, p. 50) gehärtet und gefärbt wurden, war ich leider nicht im Stande, seine Beobachtungen zu bestätigen. Gelegentlich erhielt ich Bilder, wo kleine, spindelförmige Zellen ungefähr senkrecht gegen die freie Oberfläche hin verliefen, aber weder der Bau dieser Zellen, noch ihre Anordnung war charakteristisch genug, um sie als »Sinneszellen« in Anspruch nehmen zu können. Eben so wenig wie von LENDENFELD selbst gelang es mir, eine Verbindung mit tiefer gelegenen verästelten (»Ganglien«-) Zellen sicherzustellen. Wenn sich auch die Möglichkeit nicht ganz von der Hand weisen lässt, dass die Thiere durch die lange Reise irgend wie schädlich beeinflusst worden sind, so wird andererseits das Gewicht des erwähnten negativen histologischen Befundes durch die

¹ E. HAECKEL, Zur Morphologie der Infusorien. Jenaische Zeitschr. für Naturw. Bd. VII. 4873.

physiologischen Versuchsergebnisse KRUKENBERG's vermehrt. Er sagt von den Spongien: »Bei diesen Thieren ließen uns selbst die feinsten anatomischen Messer, als welche CLAUDE BERNARD die Gifte definiren konnte, vollkommen im Stiche, und selbst bei Formen wie Tethya, deren Oscula sich beim Verlassen des Wassers sofort schließen, gelang es mir nicht, die Elasticitäts- und Kontraktilitätswirkungen einzeln sichtbar und unterscheidbar zu machen. Diese Thatsachen bestimmen uns eben so wie die erwiesene Irritabilität eines jeden kontraktilen Gewebes, . . . die Annahme F. E. SCHULZE's von nervenlosen kontraktilen Fasern als höchst wahrscheinlich zuzulassen« (Nr. 29, p. 284). Bei den Spongien tritt zwar wie bei den Protozoen durch die sog. Protoplasmagifte (Chinin, Nikotin etc.) »bald eine Lähmung ein, der ein Opakwerden und ein Zerfall der sarkoplastischen Masse nachfolgt«, aber alle sonstigen Stoffe, die nicht sogleich Eiweißgerinnung verursachen, bleiben wirkungslos und rufen besonders »keine prononcirten Vergiftungssymptome« hervor (Nr. 29, p. 434). Eben so vergeblich wie bei Sycandra waren meine Bemühungen, nervöse Elemente zu finden, bei Spongilla. Gewiss wird man mit Recht einer einzigen einwurfsfreien bejahenden Beobachtung mehr Gewicht beilegen als zehn verneinenden, aber bisher fehlt es an Beobachtungen der ersteren Art, welche zugleich die Bezeichnung »einwurfsfrei« in vollem Maße verdienen.

Von den Zellen der zweiten Kategorie (vgl. p. 92) werden die Eizellen im folgenden Abschnitt Berücksichtigung finden. An derselben Stelle sind eigenthümliche amöboide Wanderzellen, welche man als die specifischen Nährzellen des Eies betrachten darf, näher zu beschreiben. Nur möchte ich schon hier betonen, dass sich diese Nährzellen, auch abgesehen von der Verschiedenheit der Kerne, mit den gleichmäßig grobgekörnnten Wanderzellen durchaus nicht verwechseln lassen (Fig. 36 bis 37). Die Körnchen, welche durch ihre Menge den Kern manchmal völlig verdecken, sind von sehr verschiedener Größe, und die größten darunter von sehr unregelmäßiger Gestaltung. Als Haupteigenthümlichkeit aber ist zu verzeichnen, dass sich diese Körnchen einigen Reagentien gegenüber ganz ähnlich verhalten wie die Dotterkugeln des Eies. Namentlich werden sie wie diese durch Chrom-Osmium-Essigsäure intensiv geschwärzt.

Der Vollständigkeit halber sei der blasenförmigen, d. h. von Vacuolen durchsetzten Zellen gedacht, die ich bei Spongilla fluviatilis nur selten fand, die aber bei anderen Spongillenarten nach den vorliegenden Angaben häufig sind. Da der Kern ein deutliches Kernkörperchen besitzt, sind auch sie der zweiten Gruppe anzuschließen. Die hellen meist kreisförmig umschriebenen Stellen des Protoplasmas, eben die sog.

Vacuolen, sind entweder in beschränkter Anzahl, etwa zu zwei, drei oder vier, vorhanden und dann ziemlich groß, oder aber sie durchsetzen das Protoplasma in Gestalt zahlloser kleiner Flüssigkeitsräume. Das letztere Bild zeigt sich besonders schön in dem durchscheinenden Randsaum junger, festsitzender Thiere und wurde dort bereits von LIEBERKÜHN beobachtet und abgebildet (Nr. 43, p. 354 und Taf. I, Fig. 6). Es ist bekannt, dass nach KELLER die großen Flüssigkeitsräume gelöste Stärke enthalten sollen, und zwar sowohl bei *Spongilla (lacustris)* als bei einer ganzen Reihe anderer Schwämme (Nr. 22, p. 572). Bestätigt wurden seine auf mikrochemische Reaktionen gegründeten Angaben durch GANIN (Nr. 14, p. 10) und durch RAY LANKESTER (Nr. 30, p. 229), welcher außerdem feste Körnchen amyloider Substanz auffand. Es lag nahe, das Vorkommen von Stärke mit dem Auftreten der grünen Körper, welche die Spongillen oft massenhaft erfüllen, in ursächliche Verbindung zu setzen. LANKESTER deutete die grünen Körper denn auch als vom Thiere selbst hervorgebrachte chlorophyllähnliche Substanz. BRANDT und Andere fassten sie als symbiotische Algen auf (Nr. 2). Für die letztere Annahme fällt, wenigstens in Bezug auf *Hydra viridis*, die Entdeckung HAMANN's schwer in die Wagschale, dass sich die grünen Körper auch außerhalb des Thierleibes durch Tetradenbildung vermehren; die kurze, auf *Spongilla* bezügliche Bemerkung dürfte dagegen kaum genügen, um das Ergebnis mit Sicherheit auf die grünen Formen dieses Thieres auszudehnen¹. Ich kann in dieser Hinsicht keine eigenen Beobachtungen mittheilen; ich glaube jedoch, dass weder die Frage nach dem Vorhandensein von Stärke, noch die nach der Natur der grünen Körper als völlig erledigt gelten kann. KRUKENBERG erhielt aus zahlreichen Schwämmen, darunter auch aus einigen der von KELLER untersuchten (*Geodia gigas* und *Suberites massa*) keine Stärke, wohl aber in dem Zoon- (oder Tetron-) erythrin einen Fettfarbstoff (oder ein Lipochrom), welcher gewisse Reaktionen mit Stärke gemeinsam hat. KRUKENBERG schreibt demselben für den Gaswechsel und die Erzeugung von Reservestoffen ähnliche Bedeutung zu wie dem Chlorophyll bei den Pflanzen. Er erinnert dabei an jene stark lichtbrechenden (Nr. 27, p. 48 und 71; Nr. 28, p. 113), zum Theil gefärbten, zum Theil ungefärbten knolligen Gebilde, welche von F. E. SCHULZE im Mesoderm von *Chondrosia* und anderen Schwämmen gefunden und als »Ansammlungen von Reservematerial« bezeichnet wurden, »wie sie ähnlich in den Amylumkörnern der Pflanzen und den Fettzellen anderer Thiere vorliegen« (Nr. 54, p. 104). Auch habe HANSEN durch den Nachweis, dass das

¹ O. HAMANN, Zur Entstehung und Entwicklung der grünen Zellen bei *Hydra*. Diese Zeitschr. Bd. XXXVIII. p. 457. 1883.

pflanzliche Chlorophyll aus einem Gemenge zweier vorläufig nicht in einander überführbarer Farbstoffe, und zwar eines Lipochroms (Chlorophyllgelb) mit Chlorophyllgrün besteht¹, eine neue Grundlage geschaffen, auf welcher auch die Untersuchungen über die grünen Farbstoffe der Thiere zu wiederholen seien (Nr. 29, p. 402). Man wird, denke ich, diesen Ausführungen beipflichten müssen.

Bezüglich der skelettbildenden Zellen möchte ich mir gegenüber einer Angabe GÖTTE'S (Nr. 46, p. 46) eine kleine Berichtigung erlauben. Nicht GANIN (Nr. 44, p. 25), sondern weit früher LIEBERKÜHN (Nr. 37, p. 408 und Nr. 38, p. 543) hat die Entdeckung gemacht, dass die Kieselnadeln von Spongilla innerhalb der Zellen entstehen. Auch die Abbildungen, welche LIEBERKÜHN giebt (Nr. 37, Taf. XV, Fig. 18 bis 26), sind vollkommen richtig.

Vergleicht man endlich die verschiedenen Zellenarten von Spongilla mit besonderer Rücksicht auf etwaige Übergangsformen, so ergeben sich solche zwischen den meisten ohne Schwierigkeit und zwar sowohl für die Beobachtung als für die Überlegung. Mit vollem Rechte könnte man z. B. nach LEYDIG² für die Formen des Kernes die Reihe aufstellen: Kerne mit Kerngerüst und ohne deutliche Verdichtungen desselben zu Kernkörperchen, Kerne mit mehreren kleinen Kernkörperchen, Kerne mit einem einzigen großen Kernkörperchen. Eben so ließe sich eine Reihe für die verschiedenen, durch Zwischenformen verbundenen Protoplasmaarten bilden. Nur die gleichmäßig grobgekörnten Zellen stehen in jeder Hinsicht recht unvermittelt da.

Entwicklung des Eies.

Schon aus dem Vorstehenden ist zu schließen, dass die allgemeine Annahme, es könnten bei den Spongien, speciell bei Spongilla, alle Zellen des Parenchyms ohne besondere Auswahl zur Eibildung dienen, einer Einschränkung bedarf. Nach dem feineren Bau von Protoplasma und Kern lässt sich die Eizelle nur auf die ungleichmäßig feinkörnigen, im Kern mit Kernkörperchen versehenen Zellen zurückführen, nicht aber auf die in bestimmter Richtung einseitig ausgebildeten Nährzellen und nicht auf die ganz abweichend gebauten »Fresszellen« (sit venia verbo). Die ursprüngliche Annahme HAECKEL'S, dass bei den Kalkschwämmen die Eier umgewandelte Geißelzellen seien, besitzt heute

¹ A. HANSEN, Der Chlorophyllfarbstoff. Arb. des bot. Inst. Würzburg. Bd. III. 1884. — Derselbe, Weitere Untersuchungen über den grünen und gelben Chlorophyllfarbstoff. Sitzungsber. der physik.-med. Ges. Würzburg. 1886.

² F. LEYDIG, Untersuchungen zur Anatomie und Histologie der Thiere. p. 83. Bonn 1883.

wohl keinen Vertreter mehr. Seine Beschreibung des feineren Baues trifft aber vollkommen zu (Nr. 48, Bd. I, p. 459). Im Übrigen kann ich die Mittheilungen von LIEBERKÜHN (Nr. 33, p. 502), GANIN (Nr. 44, p. 44) und GÖTTE (Nr. 16, p. 4) über das junge Spongillenei, welchem nach SCHULZE und Anderen die Eizellen fast aller Spongien in den Hauptcharakteren gleichen, nur bestätigen. Die auszeichnenden Merkmale der jungen Eier sind neben ihrer Größe und der meist rundlichen Form, das sehr helle, weil sehr feinkörnige Protoplasma und der scharf begrenzte bläschenförmige Kern, welcher nicht nur im Vergleich zu den übrigen Zellkernen, sondern auch im Vergleich zu dem Körper der Eizelle groß genannt werden muss (Fig. 5—6). Um den Kern herum beobachtete ich gelegentlich eine ganz körnchenfreie, ringförmige Zone und im Protoplasma eine zwar nicht sehr deutlich ausgesprochene, aber immerhin unverkennbare radiale Streifung (Fig. 7). Die Mitte des Kernes nimmt ein dichtes, ungemein lebhaft färbbares Kernkörperchen ein. Der übrige helle Kernraum ist manchmal, besonders in etwas späteren Entwicklungszuständen, von einigen wenigen Chromatinfäden durchzogen, und an der Peripherie sind in dies spärliche Fadennetz kleine Chromatinkügelchen eingelagert. In solchen Fällen erscheint auf dünnen Schnitten außer dem centralen Kernkörperchen innerhalb der Begrenzungslinie des Kernes und dieser genau folgend ein ganzer Kranz derartiger Chromatintheilchen (Fig. 12). Wie dieselben entstehen, vermag ich nicht anzugeben. Es sei aber bemerkt, dass NUSSBAUM am Ei von *Hydra* eine ähnliche Beobachtung gemacht hat, und zwar ist es dort der anfänglich einfache Keimfleck, welcher sich in eine Menge kleiner Keimflecke auflöst¹.

In der Lage der Eier gegenüber den anderen Parenchymzellen herrscht die größte Mannigfaltigkeit. Im Sommer finden sie sich in der That »in allen Theilen des Schwammkörpers vor, bald dicht gedrängt, bald spärlicher zerstreut, aber nirgends auf eine besondere Keimstätte hindeutend« (GÖTTE, Nr. 15, p. 4)². Immerhin kommt das mehr ver-

¹ M. NUSSBAUM, Über die Theilbarkeit der lebenden Materie. II. Mitth. Beitr. zur Naturgesch. des Genus *Hydra*. Archiv für mikr. Anat. Bd. XXIX. p. 285. 1887.

² Und nach meinen Erfahrungen nie neben Spermaballen, worin ich mit KELLER (Nr. 23, p. 344) übereinstimme. Da aber LIEBERKÜHN mit voller Sicherheit angiebt, »die Spermatozoidenkapseln . . . häufig zusammen mit Keimkörnerkonglomeraten und entwickelten Schwärmsporen (Wimperlarven) in einem und demselben kleinen Stück Schwamm« gefunden zu haben (Nr. 38, p. 504), so liegt offenbar auch bei *Spongilla* jenes merkwürdige Verhältnis vor, welches BRAUN für *Halisarca lobularis* O. S. nachwies (Nr. 3, p. 232). F. E. SCHULZE hatte bei *Halisarca* stets nur getrenntes Geschlecht beobachtet (Nr. 53), BRAUN entdeckte auch zwittrige Formen. Bei *Spongilla* wie bei *Halisarca* scheint also »der getrennt geschlechtliche Zustand

einzelte Auftreten häufiger vor (Fig. 5); Gruppen einer beschränkten Anzahl scheinbar enger zusammengehöriger Zellen, deren Berührungslinien einander entsprechen, gelangen schon seltener zur Beobachtung. Jedenfalls wird man aber aus Bildern dieser Art noch nicht mit GÖRTE den Schluss ziehen dürfen, dass jene Zellen durch Theilung einer und derselben Mutterzelle entstanden sein müssten (Nr. 46, p. 2, Taf. I, Fig. 2 und 3). Von Kerntheilungserscheinungen irgend welcher Art begleitete Zelltheilungsvorgänge sind nicht zu bemerken, und andererseits können ja Zellen verschiedenster Art und differentesten Ursprunges sich in derselben Weise gegenseitig abplatten und dadurch einander eben so genau entsprechende Umrisse erhalten, wie die Tochterzellen einer Mutterzelle. Eine allgemeinere Bedeutung kann ich aber dem erwähnten Verhältnis schon deshalb nicht zugestehen, weil man junge Eizellen auch ganz vereinzelt inmitten gewöhnlichen Schwammgewebes trifft.

Bald beginnt nunmehr die Anlage des Follikels (Fig. 5—40). Sein erster Ursprung ist zweifellos auf das fortschreitende Wachsthum der Eizelle selbst zurückzuführen: der so verursachte Druck bewirkt ein festeres Zusammenschließen der nächstbenachbarten Zellen. Daraus erklärt sich, dass die Follikel, wenigstens Anfangs, in so verschiedener Gestaltung auftreten. Je größere Bezirke des umgebenden Gewebes dann in den Machtkreis des Eies hineingezogen werden, um so mehr müssen sich die Unterschiede ausgleichen, und in der That sind die älteren Follikel einander ähnlicher als die jüngeren unter sich. Der Follikel des jungen Eies — um zunächst bei diesem zu verweilen — besteht aus Zellen verschiedener Zahl und Form, bald aus wenigen größeren, mehr rundlichen oder bereits gestreckten, bald aus zahlreichen kleineren Zellen, bald endlich finden sich beiderlei Elemente auf den verschiedenen Seiten unregelmäßig gemischt (Fig. 6). Auch die Möglichkeit ist zuzugeben, dass von nahe bei einander gelegenen Zellen, welche sich unter geeigneten Bedingungen alle zu Eizellen entfaltet haben würden, gelegentlich einzelne als Follikelbestandtheile in ein dienendes Verhältnis zu den begünstigten Genossinnen gelangen. Häufige Verwirklichung erfährt aber dieser Fall nicht. Wenn beispielsweise zwei junge Eizellen sich neben einander entwickeln, so beschränkt sich vielmehr die trennende Scheidewand zwischen ihnen gar nicht selten auf eine einzige, langgestreckte, schwächige Zelle (Fig. 7) oder fehlt sogar ganz, ohne dass desswegen das eine Ei rückgebildet oder gar eine Verschmelzung beider Eizellen angebahnt würde.

noch nicht derart fixirt, dass er unter allen Umständen bei der betreffenden Art immer wieder vorkommt« (BRAUN, Nr. 3, p. 233).

Damit erhebt sich ein erster Einwurf gegen die jetzt zu erörternde weitere Annahme GÖTTE'S. Auch für GÖTTE ist zwar der Follikel »wesentlich ein Erzeugnis des umgebenden Parenchyms«, aber derselbe soll gewöhnlich mehrere »von den durch Theilung eines Ureies entstandenen Zellen« umschließen (Nr. 16, p. 3); von den letzteren »wächst eine merklich und zu annähernd kugeligem Umfange heran«, während die übrigen nicht wachsen und endlich »mit der großen Eizelle direkt verschmelzen«. GÖTTE betrachtet also, wohl in weiterer Verfolgung einer schon früher vertretenen Überzeugung, auch bei *Spongilla* das reife Ei als »ein Umwandlungsprodukt einer oder vielleicht mehrerer Zellen, worin ihre frühere Zellennatur verloren geht und ein neuer monoplastider Körper gebildet wird« (Nr. 16, p. 21). Die hier zu Grunde liegenden Beobachtungen bestehen darin, dass bisweilen innerhalb eines Follikels eine Zelle (oder eine kleine Anzahl solcher Zellen) auftritt, welche der eigentlichen Eizelle dicht anliegt und deren Masse an einzelnen Stellen unmittelbar in die der Eizelle überzugehen scheint. GÖTTE selbst kann aber dies Vorkommnis offenbar nicht als ein allgemeines bezeichnen — wird doch im ersten Theil seines zuletzt angeführten Satzes die Möglichkeit, dass das Ei ein Umbildungsprodukt nur einer Zelle sei, ausdrücklich eingeräumt — und schon damit schwebt der Satz genau genommen in der Luft, denn die Voraussetzung, dass die Eier desselben Thieres bald einzellige, bald mehrzellige Bildungen seien, ist kaum zulässig. Ferner muss die Verschiedenheit der gelegentlich in angegebener Weise einander genäherten Zellen nachdrücklich betont werden; dieselbe ist so groß, dass die doch vorausgesetzte ursprüngliche Gleichwerthigkeit der Zellen an Wahrscheinlichkeit eben so sehr verliert, wie eine nachherige Verschmelzung derselben zu einer höheren Einheit. Überdies fehlt bei GÖTTE jede nähere Angabe über das Schicksal der Kerne bei diesem Vorgange; es wird nur angeführt, dass das reife Ei eine Zeit lang vollständig kernlos sei (Nr. 44, p. 4) was ich nicht bestätigen kann (vgl. p. 106 f.). Dagegen fand ich außer dem Kerne der Eizelle selbst keine anderen kernähnlichen Gebilde in ihrem Körper und doch müsste man für den Fall, dass die Eizelle durch Verschmelzung mehrerer Zellen entstände, voraussetzen, dass auch die verschiedenen Kerne zu einem einheitlichen Ganzen zusammenträten. Und endlich darf man auf das theilweise Verschwinden der Grenze zwischen zwei Schwammzellen kein Gewicht legen. Am lebenden Gewebe ist dies häufig als vorübergehende Erscheinung zu beobachten, und wenn daher auch nach der Härtung und Färbung sich die Grenzen nicht überall markiren sollten, so kann dies bei Spongien nicht Wunder nehmen. Dass ich bei genauer Prüfung

stets vollkommene Abgrenzung der Eier gegenüber anderen Zellen feststellte, setzt also die Richtigkeit der GÖTTE'schen Beobachtung durchaus nicht in Zweifel, aber es spricht mit gegen ihre Allgemeingültigkeit und damit gegen die daraus gezogenen Folgerungen. Ich glaube, man wird aus allen diesen Gründen auch solche, der Eizelle außergewöhnlich genäherte Zellen einfach als Bestandtheile des ursprünglich so verschiedenen ausgebildeten Follikels, das Spongillenei selbst aber nach wie vor als einzellig aufzufassen haben. Auf weitere Gründe mehr allgemeiner Art konnte ich bei der Vergleichung des Spongilleneies mit anderen Eiern zu sprechen (p. 102).

Kehren wir zunächst wieder zu dem heranwachsenden Ei zurück, so besteht die wichtigste Veränderung, welche uns bald nach der Anlage des Follikels entgegentritt, in dem Auftauchen der Dotterkörnchen im Ei. Ich muss bezüglich ihrer Entwicklung den älteren Angaben LIEBERKÜHN'S (Nr. 38, p. 502) und GANIN'S (Nr. 14, p. 43) gegenüber den neueren GÖTTE'S (Nr. 16, p. 3) vollständig beipflichten. Erstere lassen die großen Dotterkugeln durch allmähliches Wachstum kleiner und kleinster Dotterpunkte entstehen, während GÖTTE die größten kugligen Elemente zuerst und erst zwischen ihnen die kleineren erscheinen lässt. Mit Hilfe der Färbung durch Bleu de Lyon (vgl. p. 88) kann man in Eizellen, welche große Dotterkugeln noch nicht aufweisen, kleine, sich lebhaft färbende Dotterpunkte erkennen und später sind alle möglichen Übergangsformen zwischen den beiderlei Bildungen zu beobachten. GANIN bemerkt, dass die kleinen Dotterkugelchen in hellen, wahrscheinlich mit Flüssigkeit erfüllten Hohlräumen des Eiprotoplasmas angelegt und bis zu ansehnlichem Umfang ausgebildet werden. Auch ich fand an konservirtem Material, dass nicht selten Dotterkugelchen von einem solchen hellen Hof umgeben waren. Nach F. E. SCHULZE entwickeln sich bei anderen Spongien, z. B. beim Badeschwamm, die großen Dotterkugeln des Eies ebenfalls »durch einfaches Wachstum aus ursprünglich ganz einfachen Körnchen« (Nr. 57, p. 644). In Betreff des Baues der Dotterkugeln hebe ich nur hervor, dass sie, in feinem Querschnitt getroffen, ein dichtes und zartes netzförmiges Gefüge zeigen (Fig. 11).

Das Material, dessen das Ei zur Hervorbringung der nach und nach so bedeutend anwachsenden Dottermassen bedarf, muss Anfangs aus seinem eigenen Körper stammen, ein Erzeugnis seines eigenen Protoplasmas sein. Später wird ihm dasselbe, bezw. eine Vorstufe dazu, von Zellen geliefert, welche von einem gewissen Zeitpunkt an in immer größerer Zahl in den Bau des Follikels eintreten. Ich meine die, vorläufig bereits als Nährzellen des Eies bezeichneten amöboiden Elemente (p. 94), deren körnige Inhaltmassen durch Chrom-Osmium-Essigsäure

eine eben so tiefe Schwärzung erfahren, wie die Dotterkugeln des Eies selbst (Fig. 36—42). Die Körner sind bald ziemlich fein und dann in dichter Menge vorhanden, bald sind sie minder zahlreich, gröber, von unregelmäßigen und besonders fast nie von auch nur annähernd kreisförmigen Umrissen. Sie vertheilen sich regellos im Protoplasma der Zelle, nur um den Kern herum findet die größte Anhäufung statt. Der Kern entzieht sich daher den Blicken oft ganz (Fig. 37); wo er sichtbar ist, ergiebt sich, dass er ein großes rundes Kernkörperchen führt, welches sich nicht schwärzt (Fig. 36). Da die Zellen bei der angegebenen Behandlung unmittelbar ins Auge fallen, bemerkt man leicht, dass sie im Parenchym nur in geringer Anzahl vorkommen, die Nähe der Eizellen aber um so mehr bevorzugen, je größer (oder älter) dieselben sind (Fig. 40—42). Sie schieben sich dabei mit stumpfen Fortsätzen zwischen die anderen Follikelzellen ein, welche übrigens statt in einer einfachen Schicht das Ei nunmehr oft mit einer zwei- oder dreifachen Zellenlage umgeben. Sie dringen sogar bis dicht an das Ei heran und bilden dadurch unregelmäßige Vorsprünge an dem sonst nach innen glatter als früher begrenzten Follikel (Fig. 42). Wirkliche Verschmelzung mit der Eizelle tritt aber nach meinen Beobachtungen nicht ein. Es ist auch aus anderen Gründen nicht anzunehmen, dass diese Nährzellen — so werden wir sie jetzt mit einigem Rechte nennen dürfen — genau denselben Stoff enthalten und liefern, wie ihn das Ei zum Aufbau seiner Dottermassen braucht. Dagegen spricht, dass sie im eigenen Körper keine wirklichen Dotterkugeln ausbilden. Dagegen spricht ferner, dass ihre Inhaltmassen nicht alle Reaktionen mit den Dotterkugeln des Eies gemeinsam haben. Namentlich Bleu de Lyon, welches im Ei selbst das kleinste Dottertheilchen färbt, haftet nicht an den Körnchen der Nährzellen. Dies bedingt, dass man die Nährzellen bei anderen Konservierungsverfahren als mit Chrom-Osmium-Essigsäure nicht mit voller Sicherheit von den gewöhnlichen Parenchymzellen des Follikels zu unterscheiden vermag. Eine andere Auffassung als die vorhin angedeutete dürfte somit der Wahrheit näher kommen. Dieselbe geht dahin, dass die Nährzellen einen Stoff bereiten und auf dem Wege der Diffusion an das Ei abgeben, welcher diesem als Vorstufe zur Erzeugung des eigentlichen Dotters dienen kann.

Verfolgen wir das weitere Schicksal des Follikels, so kommt für dasselbe in Betracht, dass das ausgebildete Ei von solcher Größe und so dotterreich ist, dass es zu seiner Entwicklung zum Embryo fast nur der Zertheilung in Zellen und sehr geringer Massenzufuhr von außen bedarf. Dem entsprechend erfolgt noch vor der Furchung eine Abnahme in der Zahl der Nährzellen, bezw. ihre Substanz erfährt eine Umwand-

lung, wodurch sie sich den übrigen Follikelzellen wieder nähern. Zugleich hört das Ei auf, gleichsam als Anziehungscentrum für immer neue Bindegewebszellen zu wirken. Da es nun während der Furchung immerhin sein Volumen bedeutend vergrößert, so wird der Follikel, welcher dieser Ausdehnung nachzugeben hat, scheinbar immer zellenärmer. Thatsächlich wird er wohl nur dünner, da sich die Zellen über eine größere Oberfläche vertheilen müssen. Schließlich bilden sie nur eine einzige, ganz endothelähnlich gewordene Schicht (Fig. 8—10); sind sie gezwungen, sich noch stärker abzuplatten, so degeneriren sie augenscheinlich, wie man an ihrem Verhalten gegen Farbstoffe erkennt. Anfangs färbte sich gewöhnlich selbst das Protoplasma, jedenfalls aber der Kern der Follikelzellen lebhaft roth (durch Pikrokarmine etc. vgl. Fig. 8); jetzt nimmt sogar der sichtlich vergrößerte Kern nur noch einen schwachen Farbenton an, und die Zellenleiber, zu dünnsten Platten rückgebildet, deren spärliches protoplasmatisches Netzwerk große Lücken aufweist, färben sich gar nicht mehr (Fig. 9). Offenbar wird der Larve durch die geschilderten Vorgänge das endliche Zersprengen und Verlassen ihres Follikels sehr erleichtert.

Es ist hier der Ort, um die entsprechenden Entwicklungserscheinungen bei anderen Spongien zur Vergleichung heranzuziehen, auf Übereinstimmung oder Abweichung aufmerksam zu machen. Bei den Kalkschwämmen wies zuerst F. E. SCHULZE für *Sycandra raphanus* Ei-Follikel von zelligem Aufbau nach (Nr. 52, p. 277), während LIEBERKÜHN für die Eier derselben Form eine strukturlose Kapsel angegeben (Nr. 40, p. 380), HAECKEL das Vorhandensein einer Hülle bestritten hatte (Nr. 18, Bd. I, p. 154). SCHULZE hebt hervor, dass während der Furchung des Eies die umgebenden Zellen dichter zusammenrücken und zugleich einen bedeutend körnchenreicheren Inhalt erhalten als die übrigen Mesodermzellen. »Endlich umschließt eine ziemlich gleichmäßige Lage platter Zellen die Höhle, in welcher der Embryo liegt, ohne sich indessen von dem umgebenden Parenchym scharf abzugrenzen«. Ebenso zeigte SCHULZE für *Halisarca* (Nr. 53, p. 17), dass auch hier das Ei nicht von einer strukturlosen Kapsel umgeben ist, wie CARTER glaubte (Nr. 6, p. 329), sondern einen zelligen Follikel erhält. Die SCHULZE'sche Abbildung eines solchen (Nr. 53, Taf. V, Fig. 29) könnte fast ebenso gut für *Spongilla* wie für *Halisarca* gelten. Denselben Nachweis führte SCHULZE für *Aplysilla sulfurea* (Nr. 55, p. 444), *Spongelia avara* und *pallescens* (Nr. 56, p. 137 und 145), *Hircinia variabilis* (Nr. 58, p. 17), KELLER für *Chalinula* (Nr. 24, p. 331). Letzterer fand in der Nähe der aus platten Zellen bestehenden Kapsel stets »eine größere Zahl körnchenreicher Mesodermzellen« und schrieb ihnen »nutritive Bedeutung«

zu. Etwas von dem bisherigen Typus abweichend gestalten sich die Dinge bei *Euspongia*. Die Eier liegen nach SCHULZE (Nr. 57, p. 641) »gruppenweise zu 10—30 in der Nachbarschaft größerer Ausführungskanäle, eingebettet in ein gallertiges Bindegewebsstroma«. SCHULZE sieht »in dieser Beschränkung der Eibildung auf bestimmte, wenn gleich noch unvollkommen abgesetzte Körperregionen eine erste Anlage von diskreten Eierstöcken«.

Steht bei den bisher erwähnten Formen die Zellennatur des Eies außer Frage, so liegen die Verhältnisse bei dem Ei der australischen *Aplysilla violacea* scheinbar ganz anders. Nach VON LENDENFELD (Nr. 34, p. 263) stecken bei dieser Art stets zahlreiche junge amöboide Eizellen in einer gemeinsamen Kapsel (bis zu 40); aber zur vollen Ausbildung gelangen nur vier dieser Zellen, während die übrigen »bereits entwickelten Eikeime rückgebildet und als Nährmaterial für die sich weiter entwickelnden Eier aufgebraucht werden«. Obwohl die Beschreibung von einigen Unklarheiten nicht frei ist, kann der Hauptsache nach an ihrer Richtigkeit nicht gezweifelt werden, besonders bei Berücksichtigung der Abbildungen. Da ferner eine gewisse Übereinstimmung mit der von GÖTTE behaupteten Entwicklung des Spongilleneies auffallen muss, so dürfte es zweckmäßig sein, hier auf die Frage nach der Werthigkeit des Spongieneies und des Eies überhaupt zurückzukommen.

Die Beobachtungen und Gründe, welche mich verhindern, der GÖTTEschen Anschauung bezüglich des Eies unseres Süßwasserschwammes beizupflichten, brauche ich nicht zu wiederholen. Dagegen muss betont werden, dass auch die Ergebnisse VON LENDENFELD's sich sehr wohl mit der Einzelligkeit des Spongieneies vertragen. V. LENDENFELD selbst scheint es sogar als selbstverständlich vorauszusetzen, dass die Eizelle durch die Aufnahme anderer Zellen ihre Zellennatur nicht einbüßt. In der That sind jene Zellen nicht mehr und nicht weniger als Nährstoffe. Sie sind es, welche bei der Einverleibung in das Ei ihre Zellennatur verlieren, während das Ei selbst gerade durch die Aufnahme und vollständige Assimilation solcher Zellen die Höhe seiner einheitlichen Organisation kund giebt. Gehen doch bei allen genau verfolgten Fällen dieser Art die Kerne der aufgenommenen Nährzellen zu Grunde, während der Kern des aufnehmenden Eies unverändert erhalten bleibt; muss sich doch das Protoplasma der Nährzellen der chemisch-physikalischen Natur des Eiprotoplasmas durchaus unterordnen. »Die gefressenen Zellen dienen bloß als Proviant für die Eizelle,« wie sich HAECKEL ausdrückt¹.

¹ E. HAECKEL, Ursprung und Entwicklung der thierischen Gewebe. Jenaische Zeitschr. f. Naturw. Bd. XVIII. 4885.

Ein Paar Beispiele, welche der neuesten Litteratur entnommen sind, mögen dies noch mehr erhärten. Die meisten der älteren hierher gehörigen Beobachtungen sind bereits von LUDWIG genau beleuchtet worden¹. Bei Hydra werden nach NUSSBAUM'S Angaben² die Kerne der in das Ei übergehenden Ovarialzellen matt und »verschwinden schließlich gänzlich, und in das Ei hinein zieht eine Straße von Körnchen, die auch in den Ovarialzellen durch Osmiumsäure geschwärzt wurden. Es muss demgemäß in den Ovarialzellen ein chemischer Process ablaufen, der aus der Zellsubstanz in Osmiumsäure färbbare Körper liefert, die dann durch aktive Bewegungen des Eiprotoplasmas in das Ei befördert werden und später nicht mehr nachgewiesen werden können, also assimilirt sein müssen«. — Bei der Würmergruppe der Capitelliden wächst nach EISIG³ die Eizelle durch »unmittelbare Einverleibung« angrenzender kernhaltiger Syncytiumpartien, und »es kann kein Zweifel darüber herrschen, dass während der ganzen Dauer dieses Verhältnisses das Ei nicht aufhört, das zu bleiben, was es ist, nämlich eine Zelle, die sich auf Kosten ihrer einst gleichwerthigen Nachbarindividuen vergrößert«. — Für die Insekten hat namentlich KORSCHOLT eingehend nachgewiesen⁴, dass die von WILL Anfangs lebhaft vertretene, an die GÖTTE'SCHE sich anschließende Auffassung, das Ei sei ein »nicht zelliges Zellenprodukt«⁵, völlig unhaltbar ist; auch WILL hatte sie inzwischen selbst aufgegeben⁶. »Die Substanz, welche von den (Nähr-) Zellen abgegeben wird,« so bemerkt KORSCHOLT, »wird dem Ei nicht bloß angefügt wie einer todten Masse und bleibt als solche in ihm liegen, einzig und allein sein Volumen vergrößernd, nein, sie wird von dem Ei aufgenommen und assimilirt. Das beweisen die Veränderungen, welche während des Wachstums des Eies mit seiner Dottersubstanz vorgehen und auch die, welchen das Keimbläschen unterworfen ist. . . .« Eben sowohl wie die Amöbe trotz der Aufnahme eines anderen ein- oder mehrzelligen Organismus ihre Einzelligkeit bewahrt, eben so »verliert auch das Ei durch die Aufnahme von Abscheidungsprodukten anderer Zellen seine Zellennatur nicht«. — Der Annahme GÖTTE'S scheint aber

¹ H. LUDWIG, Über die Eibildung im Thierreiche. p. 194 f. Würzburg 1874.

² M. NUSSBAUM, Über die Theilbarkeit der lebenden Materie. II. Mitthlg.: Beitr. zur Naturgesch. des Genus Hydra. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXIX. p. 288. 1887.

³ H. EISIG, Die Capitelliden. 46. Monogr. der »Fauna und Flora des Golfes von Neapel«. p. 677. Berlin 1887.

⁴ E. KORSCHOLT, Über die Entstehung u. Bedeutung d. versch. Zellenelemente des Insektenovariums. Diese Zeitschr. Bd. XLIII. p. 690. 1886.

⁵ L. WILL, Bildungsgesch. u. morphol. Werth des Eies von *Nepa cinerea* und *Notonecta glauca*. Ebenda. Bd. XLI. 1885.

⁶ L. WILL, Oogenetische Studien. Ebenda Bd. XLIII. p. 366. 1886.

sogar für diejenigen Wirbelthiereier, auf deren Untersuchung sie ursprünglich gegründet war¹, der Boden der Thatsachen entzogen zu sein. Hatte GÖTTE die Eigenthümlichkeit des Batrachiereies, viele Keimflecke im Keimbläschen zu tragen, auf die, allerdings von der Theorie zu fordernde Vereinigung mehrerer Kerne zum Keimbläschen zurückgeführt, so konnte NUSSBAUM »sowohl für Batrachier als Teleostier und Reptilien den Nachweis liefern, dass die vielen Keimflecke durch Abspaltung von einem früher vorhandenen solitären gebildet werden«². — Endlich steht der schon 1864 geschriebene Satz GEGENBAUR's trotz mancher Angriffe noch heute unerschüttert da, »dass die Eier der Wirbelthiere mit partieller Furchung nichts Anderes als zu besonderen Zwecken eigenthümlich umgebildete Zellen sind, die aber nie diesen ihren Charakter aufgeben«³.

So bricht sich überall von Neuem die Überzeugung Bahn, dass die Eier sämtlicher Thiere einfache Zellen darstellen, gleichviel ob sie sich die nöthige Nahrung durch unmittelbare Aufnahme anderer Zellen verschaffen, oder ob sie diese Nahrung in Gestalt flüssiger oder fester Stoffe von umgebenden Zellen beziehen. Für die Spongien insbesondere zeigt sich die grundsätzliche Gleichwerthigkeit aller jener Vorgänge noch darin, dass bei zwei Arten derselben Gattung (*Aplysilla*) die scheinbar verschiedensten Ernährungsweisen des Eies verwirklicht sind.

Hat das Ei unserer *Spongilla* seine endgültige Größe erreicht, so machen sich auch an ihm jene Umwandlungen geltend, welchen seit den Entdeckungen von BÜTSCHLI⁴, O. HERTWIG⁵ und Anderen die größte Aufmerksamkeit seitens der Zoologen geschenkt wird, und welche man unter dem Namen der »Reifung des Eies« zusammenfasst. D. h. der Kern wandert, trotz der Menge dichtgelagerter Dotterkugeln, gegen die Oberfläche des Eies hin, um hier durch die »Abstoßung der Richtungskörper« einen Theil seiner Masse nach außen abzugeben. Allerdings entspricht der Vorgang, wie er sich bei *Spongilla* abspielt, nicht ganz dem Bilde, welches wir aus einer Reihe anderer Thierklassen kennen

¹ A. GÖTTE, Die Entwicklungsgeschichte der Unke. 1875.

² M. NUSSBAUM, Zur Differenzirung des Geschlechtes im Thierreiche. Arch. für mikr. Anat. Bd. XVIII. p. 99. 1880.

³ C. GEGENBAUR, Über den Bau u. die Entwicklung der Wirbelthiere mit partieller Dotterfurchung. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1864.

⁴ O. BÜTSCHLI, Studien über die ersten Entwicklungsvorgänge der Eizelle, die Zelltheilung und Conjugation der Infusorien. Abhandl. der SENCKENBERG'schen Naturf. Gesellsch. Bd. X. 1876.

⁵ O. HERTWIG, Beiträge zur Kenntnis der Bildung, Befruchtung und Theilung des thierischen Eies. Morphol. Jahrb. I: Bd. I. 1875. II: Bd. III. 1877. III: Bd. IV. 1878.

und daher als typisch betrachten. Namentlich gelangten die sonst dafür so bezeichnenden Spindelfiguren des Kernes nicht zur Beobachtung. Indessen werde ich später darauf hinzuweisen haben, dass auch während der ganzen Furchung nie die sogenannte indirekte, mitotische, wohl aber eine etwas abgeänderte Form der sogenannten direkten, amitotischen Kernteilung gesehen wurde. — Damit mag es im Zusammenhange stehen, dass auch die Loslösung der beiden Richtungskörper nur durch Abschnürung erfolgt. WEISMANN hat zwar in seiner geistvollen Schrift über die Bedeutung der Richtungskörper¹ theoretisch abzuleiten gesucht, dass nur durch indirekte Kerntheilung die gerade bei dem in Rede stehenden Vorgange so nothwendige vollkommen genaue Halbierung der Kernsubstanz erreichbar sei. Ich glaube aber, die andere Möglichkeit dürfte nicht ganz abzuweisen sein, dass unter Umständen bei direkter Kerntheilung durch optisch nicht nachweisbare Umlagerungen dasselbe erzielt werden kann, was bei indirekten durch die regelmäßige Vertheilung der Fadenschlingen geschieht.

Die Beobachtungsreihe, über welche nun zu berichten ist, musste ausschließlich an konservirtem Material gemacht werden, denn bei frischen Eiern verwehren die Dottermassen jeden Einblick. Nach Schnitten zu urtheilen, gestaltet sich also der Vorgang folgendermaßen (Fig. 43—45). Der Kern rückt an die Oberfläche des Eies, wobei seine sonst so scharf umrissene Membran außerordentlich undeutlich, ja ganz unsichtbar wird. Das Protoplasma, welches den Kern unmittelbar umgiebt, bleibt, gerade wie bei der centralen Lage des Kernes, von großen Dotterkugeln völlig frei, ist aber wie dort von kleinen dicht erfüllt. Der Kern bildet nun einen ersten rundlichen Richtungskörper und zwar erscheint derselbe wesentlich als ein Erzeugnis des großen Kernkörperchen, da er diesem Anfangs knospenartig aufsitzt; endlich schnürt er sich ganz ab. In ähnlicher Weise entsteht ein zweiter Richtungskörper, bisweilen noch vor der vollständigen Abstoßung des ersten und zwar bald dicht neben diesem, bald an einer anderen Stelle des Kernkörperchen. Später fand ich die Richtungskörper entweder innerhalb des Dotters in einiger Entfernung von dem immer noch excentrisch gelegenen Eikern (Fig. 45) oder aber außerhalb des ungefurchten Eies, jedoch seiner Oberfläche dicht anliegend. Strahlenbildung im Protoplasma des Eies sah ich nur ein einziges Mal (Fig. 45) und in sehr geringer Ausdehnung, so dass ich darauf wenig Werth legen kann. Dagegen kamen die Richtungskörper selbst in acht Fällen und immer in wesentlich gleicher Weise zur Beobachtung. Eine Verwechslung mit

¹ A. WEISMANN, Über die Zahl der Richtungskörper und ihre Bedeutung für die Vererbung. Jena 1887.

Dotterkörnern des Eies oder mit Kernen der Follikelzellen ist ausgeschlossen; die Richtungskörper hoben sich von den blauen Dottermassen und den röthlichen Kernen der Follikelzellen mit jenem lebhaften Roth ab, wie es nur den Eikern bezw. seine Abkömmlinge auszeichnet. Dies beweist schon, dass die Richtungskörper vorzugsweise aus Chromatin bestehen; eine besondere protoplasmatische Hülle war nicht zu erkennen. Die Frage muss daher offen bleiben, ob bei *Spongilla* die Bildung der Richtungskörper mit wirklicher, allerdings sehr ungleicher Zelltheilung verbunden ist. Bekanntlich ist dies bei der Mehrzahl thierischer Eier der Fall, aber andererseits hat WEISMANN bereits darauf aufmerksam gemacht, dass »auch Theilung und Beiseiteschaffung des Kernes allein« vorkommt (WEISMANN l. c. p. 25), und VAN BENEDEN hielt überhaupt die Richtungskörper für Kerne und nicht für Zellen¹. Neuerdings zeigte BLOCHMANN, dass bei *Musca vomitoria* im Richtungskörper nur Kernsubstanz ausgestoßen wird, welche längere Zeit, aber als ausgesprochener Fremdkörper im Ei liegen bleibt².

Von anderen Spongien liegen, so viel ich sehe, bezüglich der Reifeerscheinungen des Eies ausschließlich einige beiläufige Bemerkungen von F. E. SCHULZE vor, welche sich aber der angeführten Thatensachreihe einordnen lassen. Bei *Euspongia* wurde beobachtet (Nr. 57, p. 644), dass das Keimbläschen im reifen Ei stets dem einen der beiden Pole bedeutend genähert ist, »und zuweilen die ursprüngliche Bläschenatur so vollständig verloren hat, dass an seiner Stelle nur noch ein verwaschener heller Fleck zu erkennen ist«. Ferner wurde über dem trennenden Spalt der zwei ersten Furchungszellen »einmal ein kleines kugliges Gebilde bemerkt, welches mit Wahrscheinlichkeit als ein Richtungskörper gedeutet werden konnte« (Nr. 57, p. 643). Bei *Plakina monolopha* fand SCHULZE den Kern reifer Eier »bis nahe an die Oberfläche gerückt oder sah an seiner Statt nur eine undeutlich begrenzte lichtere Stelle« (Nr. 59, p. 445).

Unsere bisherigen Kenntnisse über die Bildung der Richtungskörper bei Spongien sind somit allzu beschränkt und unvollständig, um eine Vergleichung mit dem von anderen Thieren Bekannten zu gestatten. Aus diesem Grunde glaube ich auch von einer Erörterung ihrer möglichen oder wahrscheinlichen Bedeutung Umgang nehmen zu sollen und

¹ VAN BENEDEN, Recherches sur la maturation de l'oeuf, la fécondation et la division cellulaire. Gand. 1883. (Arch. de Biol. Vol. IV.)

² F. BLOCHMANN, Über die Richtungskörper bei Insekteneiern. Morphol. Jahrb. Bd. XII. 1887.

verweise für die theoretische Seite der Frage auf die interessanten Ausführungen von WEISMANN (l. c.) und BOVERI¹.

Was das Eindringen des Spermatozoons in das Ei betrifft, so konnte ich diesen Vorgang trotz mehrerer darauf gerichteter Versuche nicht verfolgen. Eben so wenig gelang mir der Nachweis an gehärtetem und gefärbtem Material. Auch für die übrigen Schwämme liegt keine verwertbare Beobachtung vor; diejenige KELLER's ist nicht einwurfsfrei (Nr. 21, p. 21). Gewiss ist kaum zu bezweifeln, dass die Spongien dem zuerst von O. HERTWIG scharf und allgemein hingestellten Gesetze entsprechen werden, wonach die Befruchtung auf der Verschmelzung von zwei Zellkernen, Spermakern und Eikern, beruht²; aber gerade wegen des vom gewöhnlichen offenbar etwas abweichenden Verlaufes der Richtungskörperbildung wäre es von besonderem Werthe über die Einzelheiten auch der Befruchtung Klarheit zu erlangen. Bis jetzt kann ich nur sagen, dass ich das Ei von Spongilla nie völlig kernlos fand, wie dies GÖTTE angiebt (Nr. 16, p. 4). Schon dieser Umstand spricht dafür, »dass die Befruchtungsstoffe als morphologische Theile, d. h. im organisirten Zustand einwirken«, dass im Ei wohl Umformung aber nicht Auflösung und nachherige Neubildung der Kerne von Ei und Spermatozoon eintritt.

Ferner hebe ich hervor, dass der Kern des befruchteten Eies wieder den Mittelpunkt desselben einnimmt, und wiederum von einem Protoplasma umgeben ist, welches weit kleinere Dotterkörner aufweist als die übrigen Theile des Eies. Hier tritt also nicht ein, was O. HERTWIG für die nahrungsdotterreichen Eier vieler niederer Thiere nachgewiesen hat³. Das Emporsteigen des Kernes und das Hervorknospen der Richtungskörper führt nicht zur Ausbildung eines »animalen Poles« an dieser Stelle. Es kommt zwar in so fern zu einer ungleichmäßigen Vertheilung von Protoplasma und Deutoplasma, als das dotterärmste Protoplasma sich mit dem Kern an einen Ort der Eioberfläche begiebt; aber die ganze Verschiebung ist nur eine vorübergehende und daher von keinen weiteren Folgen begleitet. — Dabei betrachte ich als befruchtete Eier solche, deren Kerne sich durch viel blässere Umrandung und hellere Beschaffenheit, deren Kernkörperchen sich durch etwas gerin-

¹ BOVERI, Über die Bedeutung der Richtungskörper. Sitzungsber. d. Gesellsch. für Morphologie und Physiol. München. Bd. II. 1886 (1887).

² O. HERTWIG, l. c., sowie: Das Problem der Befruchtung und der Isotropie des Eies, eine Theorie der Vererbung. Jen. Zeitschr. f. Naturw. Bd. XVIII. 1885, ferner A. v. KÖLLIKER, Die Bedeutung der Zellkerne für die Vorgänge der Vererbung. Diese Zeitschr. Bd. XLII. 1885.

³ O. HERTWIG, Welchen Einfluss übt die Schwerkraft auf die Theilung der Zellen? Jen. Zeitschr. für Naturw. Bd. XVIII. p. 489. 1885.

gere Größe vor den entsprechenden Theilen der unbefruchteten Eier auszeichnen. Veranlassung dazu giebt mir die Thatsache, dass dem Kern die erwähnten Eigenthümlichkeiten auch bei jenen Eiern zukamen, welche eben die Furchung begannen, also sicher befruchtet waren. Später ändert sich der Charakter der Furchungskerne etwas, sie werden wieder chromatinreicher als dies Anfangs der Fall ist.

Bei der Furchung spielt das Kernkörperchen eine wichtige Rolle. Um über dieselbe klar zu werden, ist es nöthig, die mehrfach erwähnte Doppelfärbung zu benutzen. Nur so gelingt es, die Kerne in der Menge gleich großer Dotterkugeln zu verfolgen. Es ergiebt sich dann, dass die für die sog. indirekte Kerntheilung so charakteristischen Fadenfiguren sich hier eben so wenig vorfinden wie bei der Bildung der Richtungskörper. Ich möchte für diese Thatsache nicht ausschließlich den großen Dotterreichthum des Eies verantwortlich machen, wie es noch in meiner vorläufigen Mittheilung geschah (Nr. 42, p. 635); wenigstens nicht in dem Sinne, dass ich voraussetze, jene Figuren möchten zwar vorhanden, aber durch das Deutoplasma verdeckt sein; wohl aber glaube ich, dass die vergleichsweise Einfachheit der Kerntheilung während des Furchungsprocesses eine mittelbare Folge des Dotterreichthums ist. Es liegt nämlich hier eine Zwischenform der direkten und der indirekten Kerntheilung vor, nicht ganz so einfach wie jene, aber auch nicht so verwickelt wie diese. Der Kern schnürt sich nicht einfach durch, aber er zerfällt auch nicht unter Verschwinden des Kernkörpers als solchem in chromatische Fäden, welche in bestimmter Anordnung aus einander weichen. Der gesammte sonstige — übrigens spärliche — Chromatininhalt des Kernes vereinigt sich vielmehr mit dem Kernkörperchen zu einem kugeligen Gebilde, und erst dieses zerfällt dann durch allmähliche Zerschnürung in zwei kleinere, unter sich gleich große Kernkörperchen, welche an die beiden Pole des Kernbläschens rücken (Fig. 16—24). Nun zieht sich auch dieses in die Länge und schnürt sich endlich in der Mitte durch. Die Kernmembran, welche sich bei der indirekten Theilung sehr bald auflöst, bleibt hier vergleichsweise lang erhalten. Was so eben für die erste Theilung des Eies geschildert wurde, gilt auch für die folgenden. So bewahrheitet sich auch für *Spongilla* der Satz, welchen seiner Zeit FLEMMING nach dem Vorbilde des berühmten VIRCHOW'schen Ausspruches aufgestellt hat: *Omnis nucleus e nucleo*.

Meine Darstellung wird dadurch gestützt, dass schon GANIN einzelne Phasen dieser Kerntheilungserscheinungen der Furchungskugeln in ähnlicher Weise beschrieben und abgebildet hat (Nr. 44, p. 49, Taf. I, Fig. 7A). Auch er giebt desshalb an, dass der Eikern, d. h. natürlich

der durch Verschmelzung des weiblichen und männlichen »Vorkernes« entstandene Kern, durch Theilung die Kerne aller späteren Furchungszellen liefere. Man wird über seine Beobachtungen nicht mit den Worten GÖTTE's hinweggehen dürfen, dass »sie sich nur aus dem herrschenden Dogma von der Eibildung erklären, wonach das Ei zu jeder Zeit, genetisch und geweblich, eine einfache Zelle sein soll« (Nr. 16, p. 7). Gewiss sprechen sie für diese Lehre, aber das ist doch kein genügender Grund, um sie als unzuverlässig hinzustellen. Es ist wahr, GANIN hat seine Angaben auf Beobachtungen an lebendem Material gegründet, wo Täuschungen leicht möglich sind; da ich aber diese Angaben an gefärbten Schnitten bestätigen und vervollständigen konnte, muss ich sie für thatsächlich richtig halten. Möglich, dass man später bei dieser Kerntheilung noch mehr, noch feinere Einzelheiten findet, welche jetzt der Aufmerksamkeit entgangen sind — ausgebildeterere Methoden, vervollkommnete Instrumente werden auch bei oft untersuchten Dingen immer wieder Neues lehren. Für nicht wahrscheinlich halte ich nur, dass sich eine wesentlich größere Übereinstimmung mit der indirekten Kerntheilung ergeben wird, denn die gleichen Konservierungs- und Tingirungsmethoden, welche in den Furchungszellen nur jenen einfachen Typus der Kerntheilung zeigten, erlaubten im benachbarten Gewebe den Nachweis vollkommen gut erhaltener Mitosen. Die anfänglich gehegte Befürchtung, dass das Chromatin nur durch die Einwirkungen der Härtungsflüssigkeiten zusammengeballt worden sei, ergab sich damit als unbegründet (vgl. p. 112).

Die Beobachtungen über derartige Zwischenformen von direkter und indirekter Kerntheilung haben sich in den letzten Jahren so gemehrt, dass WALDEYER in einer zusammenfassenden Besprechung der Karyokinese¹ zu dem Schlusse gelangte, die Schranke zwischen beiden sei aufzuheben. Es liegt mir fern, alle diesbezüglichen Arbeiten zur Vergleichung heranzuziehen. Für den Nachweis, dass die oben beschriebenen Vorgänge durchaus nicht vereinzelt dastehen, genügen einige wenige Beispiele, welche sich auf recht verschiedene Tiergruppen beziehen mögen. — A. GRUBER fand eine entsprechende Mittelform bei niedersten Protozoen (*Amoeba proteus* und *Actinophrys Eichhorni*) und sagt zusammenfassend am Schlusse seiner Arbeit²: »Wir haben hier gewissermaßen eine niedere Form indirekter Kerntheilung. Bedingt wird dieser Verlauf der Theilungsvorgänge . . . wieder durch die Anordnung der chromatischen Substanz im Kern. Dieselbe liegt

¹ W. WALDEYER, Über Karyokinese. Archiv f. Anat. u. Physiol. 1887.

² A. GRUBER, Über Kerntheilungsvorgänge bei einigen Protozoen. Diese Zeitschrift. Bd. XXXVIII. p. 385. 1883.

rings als Rindenschicht an der Peripherie und als ein einziger Klumpen im Centrum des Kernes, und es bedarf desshalb, um eine gleichmäßige Vertheilung derselben zu bewerkstelligen, weiter keines complicirten Processes Bei den karyokinetischen Theilungen thierischer und pflanzlicher Zellkerne muss das Fadengerüst in gleichwerthige Stücke zerlegt werden, hier aber wird dasselbe einfach dadurch erreicht, dass der große einzige Nucleolus in der Mitte zertheilt wird und die Theilungshälften nach den Polen aus einander rücken.« Auch hier bleibt die Kernmembran lange erhalten. — Nach W. KÜKENTHAL'S Untersuchungen an lebenden Lymphoidzellen von Anneliden¹ geht der Vermehrung dieser Zellen eine Kerntheilung voraus, wobei sich der Zellkern durch Abschnürung in zwei theilt, ohne Kerntheilungsfiguren zu bilden. — J. ARNOLD hat an Wanderzellen von Wirbelthieren weitere Belege dafür geliefert, dass »außer und neben den mitotischen Kerntheilungsvorgänge existiren, welche als Zerschnürung bald einfacher, bald der Architektur und Struktur nach complicirter Kerne sich darstellten«². Schon früher hatte er darauf aufmerksam gemacht, dass zwischen Fragmentirung (direkter) und Segmentirung (indirekter Kerntheilung) nur graduelle Abweichungen vorliegen³. Als wichtigsten Unterschied hebt auch ARNOLD das Fehlen der chromatischen Fäden bei der Fragmentirung hervor und daneben wiederum das verhältnismäßig lange Bestehen der scharfen Umrisse der Kernmembran.

In der That eine merkwürdige und weitgehende Übereinstimmung zwischen einzelligen Urthieren und amöboiden Wanderzellen von Würmern und Wirbelthieren, welche sich aus diesen Beobachtungen ergibt; eine Gleichartigkeit der Kerntheilungsvorgänge, welche sich durch diese so verschiedenen Thiergruppen auch noch bis zu einem Vertreter der niedersten Metazoengruppe erstreckt!

Wie bereits im Vorbeigehen bemerkt wurde, tritt nun aber bei derselben *Spongilla* neben der mehr direkten Theilungsform des Eies und der Furchungszellen in den gewöhnlichen Gewebszellen die typische indirekte Kerntheilung auf. Obwohl eine Verfolgung dieser Erscheinungen nicht streng zum vorliegenden Gegenstande gehört, will ich der allgemeinen Bedeutung der Frage wegen doch kurz darauf eingehen. Der Erste, welcher Angaben über das Vorkommen mitotischer

¹ W. KÜKENTHAL, Über die lymphoiden Zellen der Anneliden. Jen. Zeitschr. f. Naturw. Bd. XVIII. p. 324. 1885.

² J. ARNOLD, Über Theilungsvorgänge an den Wanderzellen, ihre progressive und regressive Metamorphose. Archiv f. mikr. Anat. Bd. XXX. p. 274. 1887.

³ Derselbe, Beobachtungen über Kerne und Kerntheilungen in den Zellen des Knochenmarkes. VIRCHOW'S Archiv. Bd. XCIII. p. 35. 1883.

Figuren bei Spongien gemacht hat, ist wohl WELTNER gewesen (Nr. 66). Er fand solche in den Zellen der jungen Spongille, welche sich aus der Larve entwickelte, in den Zellen des Parenchyms ausgebildeter Sommer- wie Winterspongillen, nicht minder im Gewebe der in Gemmulation begriffenen. Ich kann diese Angaben in allen Punkten bestätigen und hinzufügen, dass ich Mitosen sowohl in den unregelmäßig fein gekörnten als auch in den regelmäßig grobgekörnten Zellen alter und junger Schwämme beobachtete, wenn auch in beiden Fällen nicht in großer Zahl; massenhaft treten sie dagegen im Verlauf der Entwicklung der Samenkörper auf (s. dort).

Einige Formen der indirekten Theilung gewöhnlicher Gewebszellen sind in den Abbildungen 30—35 dargestellt. Ich bemerke, dass sowohl die achromatischen Fäden als die chromatischen Schleifen sehr fein sind. Namentlich erstere ließen sich selbst mit den stärksten Immersionssystemen nur selten genau verfolgen. Daher sind auch die Figuren in Bezug auf die achromatische Spindel meist unvollständig. Die chromatischen Schleifen, welche anfänglich die Mitte dieser Spindel einnehmen, sind sehr kurz, in einigen Fällen konnte man aber doch die typische v-Form deutlich wahrnehmen. Nunmehr scheint sofort die Längsspaltung der chromatischen Fäden zu folgen, wenigstens sind die aus einander gewichenen Fäden etwas dünner als die ursprünglichen. Dann rücken auch hier die Tochterschleifen an die Pole der achromatischen Spindel, welche übrigens in diesem Stadium aus der Spindel-form mehr in die Tonnenform übergeht. Gleichzeitig beginnt die Einschnürung des Zellenleibes und damit das allmähliche Verschwinden der mittleren Theile der achromatischen Verbindungsfäden. — Die mitotische Theilung dieser Schwammzellen geschieht mithin ganz nach dem Typus, wie ihn namentlich FLEMMING für die thierischen und STRASSBURGER für die pflanzlichen Gewebselemente nachgewiesen hat.

Die Furchung, deren Betrachtung wir zum Schlusse nochmals aufnehmen, ist Anfangs eine sehr regelmäßige (Fig. 16—24). Die Stadien mit 4, 8, 16, 32, selbst mit (ungefähr) 64 Furchungszellen lassen sich noch unschwer als solche erkennen und enthalten ziemlich gleichmäßig große Zellen. Dabei entspricht der Verlauf der ersten Furchungsebenen vollständig den Gesetzen, welche O. HERTWIG¹ in der bereits angeführten Abhandlung darlegte und auch in sein Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte aufgenommen hat². Da eben gezeigt wurde, dass die Ei-

¹ O. HERTWIG, Welchen Einfluss übt die Schwerkraft auf die Theilung der Zellen? Jen. Zeitschr. f. Naturw. Bd. XVIII. p. 493. 1885.

² Derselbe, Lehrb. der Entwicklungsgeschichte des Menschen u. der Wirbelthiere. Erste Abthlg. p. 39. Jena 1886.

theilung bei *Spongilla* nicht durch indirekte, sondern durch eine fast direkte Kerntheilung vorbereitet wird, schien es nicht überflüssig, die Gültigkeit jener Sätze speciell für diesen Fall zu prüfen. Der eine derselben gründet sich bekanntlich auf ein vielfach bestätigtes Ergebnis der Untersuchungen VAN BENEDEN'S¹, wonach von den zwei bei der Befruchtung konjugirten Kernen je eine Hälfte in jeden der beiden Tochterkerne übergeht; er lautet dahin, dass »die Theilungsebene stets senkrecht die Achse der (Kern-) Spindel halbirt«. Der zweite Satz, aus einer sorgfältigen Vergleichung der Furchungserscheinungen bei Eiern mit gleichmäßig und mit ungleichmäßig vertheiltem Nahrungsdotter hervorgegangen, sagt aus: »Die Lage der Achse der Kernspindel steht wieder in einem Abhängigkeitsverhältnis zur Form und Differenzirung des sie umgebenden Protoplasmakörpers und zwar so, dass die beiden Pole sich in der Richtung der größten Protoplasmamasse einstellen.« Ersetzt man den Begriff »Achse der Kernspindel« durch »Längsachse des ellipsoidischen Eikernes« (welcher mit zwei an den Polen befindlichen Kernkörperchen versehen ist), so lehrt ein Blick auf die Zeichnungen, dass beide Sätze auch für *Spongilla* vollkommen zutreffen (Fig. 16—24). Die Eier sind meist kugelförmig, besitzen einen gleichmäßig vertheilten Nahrungsdotter und einen central gelegenen Kern. Die Achse des ersten Furchungskernes und somit auch die erste Theilungsebene kann somit in jeden beliebigen Durchmesser fallen. Nach vollzogener Zweitheilung aber muss sich die Kernachse, um den Forderungen des Satzes zu genügen, parallel zur Grundfläche der Halbkugel einstellen. Dies geschieht thatsächlich, und die zweite Theilungsebene steht somit senkrecht zur ersten etc.

Ein Unterschied in der Größe der ersten Blastomeren tritt selten hervor; er wird nach dem eben Gesagten auf eine etwas abweichende Form der Eizelle, oder auf eine ungleichmäßige Vertheilung ihrer Dottermassen zurückzuführen sein. Von weiteren Einzelheiten bemerke ich noch, dass die zweite Furchungsebene oft nicht gleichzeitig durch die beiden primären Halbkugeln durchgreift, wesshalb Furchungsstadien häufig sind, wo neben einer großen primären zwei halb so große sekundäre Furchungszellen liegen. Die Beobachtung GÖRTE'S (Nr. 46, p. 4), dass »die Blastomeren bald rund und locker gefügt, bald gegen einander abgeplattet und fest zusammengeschlossen sind«, ist zu bestätigen. Es hängt dies wohl namentlich davon ab, ob der Follikel oder seine nächste Umgebung aus lockerer oder aus fester gefügten Zellen besteht, welche je nachdem ein Auseinanderweichen der Blastomeren gestatten oder verhindern.

¹ l. c.

Unverkennbar ist ebenfalls, dass mit der fortschreitenden Furchung die Größe der Dotterkörner in den Blastomeren abnimmt (Fig. 25—29). Die Dotterkugeln zerfallen dabei in unregelmäßig geformte, Anfangs zum Theil scharfkantig begrenzte, später sich abrundende Stücke. Ob einzelne der an die Peripherie der Zelle gedrängten Dotterkörner aus dem Protoplasma heraustreten, wie GÖTTE will, lasse ich dahingestellt (Nr. 16, p. 17). Stoffliche Veränderungen der Dotterkörner sind sicher vorauszusetzen; das allmähliche Aufgehen der Körner in der Zellsubstanz, d. h. das schließliche Verschwinden auch der kleinsten Dottertheilchen, deutet darauf hin. Ob die Umwandlung aber darin besteht, dass die Dotterkörner sich zu Kernen umbilden, ist zweifelhaft. GÖTTE folgert dies aus der Ähnlichkeit von »traubigen und anscheinend vielkernigen Zellen mit Gruppen von einander getrennter gekernter Zellen« und ferner daraus, dass die Körner »im Gegensatz zu früher tinktionsfähig« werden (Nr. 16, p. 17). Die Doppelfärbung zeigt aber im Innenparenchym vollständig entwickelter Larven und junger Schwämme Zellen, welche, abgesehen von der Größe, jenen der letzten Furchungsstadien vollkommen entsprechen. Sie enthalten nämlich einen lebhaft rothgefärbten Kern und blau gefärbte Dotterkörner, deren Zahl allerdings um so kleiner wird, je älter die Individuen sind. Daraus kann aber, wie gesagt, höchstens auf allmähliche Umwandlung, und Vertheilung der Dotterkörner in dem protoplasmatischen Zellenleib geschlossen werden. Eine direkte Umbildung in Kernsubstanz ist auch deshalb sehr unwahrscheinlich, weil sie ganz überflüssig wäre. In allen Zellen finden sich ja schon Kerne, welche als unmittelbare Abkömmlinge der ersten Furchungskerne zu betrachten sind. Eine indirekte Betheiligung des Protoplasmas an dem Aufbau der Kerne ist damit nicht ausgeschlossen; sie ist vielmehr anzunehmen, wenn man einerseits bedenkt, wie klein der Kern des reifen aber ungefurchten Eies im Verhältnis zu seiner Protoplasma- bzw. Deutoplasmamasse erscheint, und wenn man andererseits die zahllosen Kerne beobachtet, welche in dem an Masse nur wenig vergrößerten Körper der fertigen Larve auftreten. Aus anderen Gründen gelangte FLEMMING¹ zu derselben Annahme, und will man sich ein theoretisches Bild der Umwandlung machen, so mag man mit O. HERTWIG und in weiterer Verfolgung der NÄGELI'schen Hypothesen vom Bau der Zellsubstanzen² sich vorstellen, »dass die in loserem Zusammenhang befindlichen Micellgruppen des Protoplasmas, indem sie vielleicht auch chemische Umänderungen er-

¹ W. FLEMMING, Zellsubstanz, Kern- und Zelltheilung. p. 244. Leipzig 1882.

² C. v. NÄGELI, Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre. München und Leipzig 1884.

leiden, in die festeren Micellarstrukturen des Kernes vor und während seiner Theilung eingefügt werden«.

Hiermit ist meine Aufgabe vorläufig beendet. Die Fragen, welche sich nun erheben würden, also die Fragen nach der Differenzirung der Keimblätter bei *Spongilla*, nach ihrem Antheil an dem Aufbau der Larve und nach den weiteren Schicksalen der letzteren bis zur fertigen Anlage des jungen Schwammkörpers, sie alle fallen bereits nicht mehr in den Rahmen der vorliegenden Untersuchung. Dass sie bei aller Wichtigkeit der von LIEBERKÜHN, GANIN und besonders von GÖTTE gelieferten Beiträge noch nicht als gelöst gelten können, bedarf kaum besonderer Betonung, zumal heute, wo die ganze Keimblätterlehre wieder in voller Umgestaltung begriffen erscheint.

Entwicklung der Samenkörper.

Bei der Darstellung der Eientwicklung schien es zweckmäßig, die historischen Angaben geeigneten Ortes einzuflechten. Der Entwicklungsgeschichte der Samenkörper von *Spongilla* möchte ich einen kurzen Überblick der bezüglichlichen für die Spongien bekannt gewordenen That-sachen vorausschicken, weil sich dadurch hier eine erhebliche Vereinfachung für meine eigene Schilderung gewinnen lässt.

Die Entwicklung der Samenkörper von *Spongilla* wurde zuerst im Jahre 1856 von LIEBERKÜHN beschrieben und damit zugleich die erste genaue Mittheilung über Spermatozoen bei Schwämmen überhaupt liefert (Nr. 36, p. 47; 38, p. 500). In der etwas älteren Mittheilung HUXLEY's über Samenfäden bei *Tethya* (Nr. 19, p. 372) ist eine Verwechslung mit den Geißeln der Kragenzellen nicht ausgeschlossen, und CARTER (Nr. 4, p. 334) hat sich 1854 sicher durch eine solche täuschen lassen. Er weist zwar zwanzig Jahre später die von LIEBERKÜHN darüber ausgesprochene Vermuthung zurück, hält aber andererseits seine früheren Angaben nicht aufrecht (Nr. 7, p. 405), und erklärt kurze Zeit darauf selbst: »So far as my own observations are concerned, I cannot say with certainty that I have yet seen the spermatozoa of any sponge« (Nr. 8, p. 26). In einer Mittheilung vom Jahre 1882 betont CARTER lebhaft die Nothwendigkeit einer erneuten entwicklungsgeschichtlichen Untersuchung der Spermatozoen gerade von *Spongilla* (Nr. 10, p. 366).

Merkwürdigerweise war diese Unsicherheit, ob den Spongien wirklich Samenkörper zukämen, bis in die Mitte der siebziger Jahre fast allgemein; merkwürdigerweise, weil die ersterwähnten Angaben LIEBERKÜHN's so eingehend und zugleich in den Hauptzügen so richtig sind, dass eigentlich schon damals (1856) der Beweis vollgültig geführt war. Ich kann mir nicht versagen, die bezüglichlichen Stellen in ihrem

Wortlaute hierher zu setzen; sie enthalten sogar einige Beobachtungen, welche erst in jüngster Zeit wiederholt und in ihrer Bedeutung erkannt worden sind; sie gewähren zugleich ein Beispiel, welches tiefe Einblicke sorgfältiges Studium schon des lebenden Gewebes ergeben kann.

In der ersten Mittheilung sagt LIEBERKÜHN (Nr. 36, p. 17): »Ebenfalls im Juni dieses und des verflossenen Jahres fanden sich nicht selten große Mengen von beweglichen Körperchen beim Zerfasern von Spongillen vor, welche sich leicht von denen unterscheiden lassen, welche die Bewegungen der Schwärmosporen (Larven) verursachen; jene haben nämlich weit längere und dickere Fäden und ein viel kleineres Köpfchen wie diese. Sie schwärmen meist zu vielen mit den Köpfchen an einander gelagert umher, und erinnern in ihrer Bewegungsart sehr an die der bekannten Spermatozoiden. Selten gelingt es, sie an dem Orte ihres Ursprunges aufzufinden. Sie stammen nämlich aus kugeligen, mit einer strukturlosen, durchsichtigen Umhüllungsmembran umgebenen Behältern, welche rings von Schwammzellen umlagert sind. . . . Man sieht sie in dem Behälter sich mit großer Schnelligkeit hin und her bewegen, bis derselbe an irgend einer Stelle aufplatzt, dann schwimmen sie in größeren und kleineren Gruppen nach den verschiedensten Richtungen aus einander, indem ihre Fäden stets hin und her schwingen.«

In der zweiten Mittheilung (Nr. 38, p. 500) wird die erste wie folgt ergänzt: »Neben den von Spermatozoen ganz erfüllten Kapseln kommen zuweilen Kapseln mit derselben Umhüllungsmembran vor, welche in ihrem Inneren nur zum Theil sich lebhaft durch einander bewegende Spermatozoiden enthalten, zum anderen Theil aber von Gebilden ausgefüllt sind, aus welchen die Spermatozoiden entstehen; diese Gebilde sind kugelig, oder doppeltbrotförmig mit mehr oder weniger starker Einschnürung und übertreffen die Köpfchen der Spermatozoiden oft um das Zehnfache an Größe; in ihrem Inneren enthalten sie eine farblose durchsichtige Substanz, in der hier und da einzelne das Licht stark brechende äußerst feine Körnchen eingestreut sind, welche namentlich nahe unter der Oberfläche wahrgenommen werden; ein Kern wurde in ihnen nicht gefunden. Man erkennt diese Gebilde schon vollkommen deutlich durch die Schale der Kapsel hindurch. Drückt man sie aus der Kapsel heraus, so beginnen sie alsbald stumpfe Fortsätze ohne Körncheninhalt hervorzuschieben und zerfallen nach einiger Zeit im Wasser. . . . andere jener Körperchen sind mehrfach eingeschnürt und ist an einzelnen abgeschnürten Stücken bereits der Faden sichtbar; in wieder anderen, weit kleineren, besitzt jedes Kügelchen schon den Faden.«

Aus der Vergleichung dieser Angaben LIEBERKÜHN's mit den meinigen

wird hervorgehen, dass seine Beobachtungen sich zwar nur auf einzelne Stadien der ganzen Entwicklungsreihe erstrecken, diese aber meist vollkommen zutreffend schildern. Dass trotzdem das Vorhandensein von Spermatozoen bei den Spongien wieder bezweifelt wurde, ist wohl zum Theil eine Folge der einander widersprechenden Beobachtungen, welche HAECKEL (Nr. 17, p. 644) und EIMER (Nr. 11, p. 284) zu Beginn der siebziger Jahre veröffentlichten. HAECKEL bezeichnet zwar in der Monographie der Kalkschwämme (Nr. 18, Bd. I, p. 447) die beiderseitigen Angaben als im Wesentlichen übereinstimmend; aber prüft man sie im Einzelnen, so wird man mit POLEJAEFF finden, dass sie in recht wichtigen Punkten aus einander gehen. Ich will die in der Abhandlung POLEJAEFF's gegebenen Gegenüberstellungen nicht wiederholen (Nr. 46, p. 278), sie sind jedoch durchaus sachgemäß, wie man sich durch Nachschlagen der betreffenden Stellen leicht überzeugt. Auch die Abbildungen der beiden Forscher weichen nicht unerheblich von einander ab. Die herrschende Ungewissheit wurde noch dadurch vermehrt, dass eine Angabe KELLER's über Spermatozoen bei *Leucandra* (Nr. 24) noch der einen bei HAECKEL und EIMER gleichlautenden Beobachtung widersprach, wonach die Schwänze der Spermatozoen von außerordentlicher Feinheit sind; KELLER fand sie doppelt so dick als die Geißeln der Kragenzellen. Kurz vorher hatte einer der bedeutendsten Spongiologen, O. SCHMIDT, die geschlechtliche Fortpflanzung der Schwämme überhaupt als fraglich bezeichnet (Nr. 51, p. 434).

Erst die Untersuchungen von F. E. SCHULZE brachten Klarheit und Sicherheit in diese wie in so manche andere Frage über den feineren Bau der Spongien. In der zweiten seiner bekannten Mittheilungen (Nr. 53, p. 24) wird die Samenentwicklung bei *Halisarca lobularis* ausführlich beschrieben und bemerkt, dass entsprechende Vorgänge bei *Reniera informis* O. S., *Spongilla lacustris* Lieberk., *Spongilla fluviatilis* Lieberk. und *Aplysina aërophoba* O. S. wiederkehren. Später fand SCHULZE denselben Modus bei *Aplysilla* (Nr. 55, p. 412), *Spongelia* (Nr. 56, p. 445), *Hircinia* (Nr. 58, p. 28), *Plakina* (Nr. 59, p. 414), *Euplectella* (Nr. 60, p. 44; sowie Nr. 62) und *Corticium* (Nr. 64, p. 427), KELLER bei *Chalinula* (Nr. 24, p. 330), SOLLAS (nach einer Angabe POLEJAEFF's) bei *Thenea* (Nr. 63, p. 449). Die Entwicklung besteht darin, dass Mesodermzellen, welche sich durch etwas ansehnlichere Größe und dunkelkörnigen Inhalt von den umgebenden Zellen unterscheiden, sich wiederholt theilen, wobei das Protoplasma immer heller und durchscheinender, der Kern immer dunkler und glänzender wird. Die so entstehenden kleinen Zellen mit verhältnismäßig großem Kern wandeln sich in die Samenkörper um. Während der Theilung nimmt

der Ballen an Größe zu und umgiebt sich, ähnlich wie das Ei, mit einer aus platten, polygonalen, endothelartigen Zellen gebildeten Kapsel. Die Beobachtungen SCHULZE's über den Bau der Samenkörperchen selbst werden weiter unten zur Sprache kommen, eben so diejenigen GANIN's (Nr. 14, p. 15), welcher entwicklungsgeschichtlich nichts Neues über die Spermatozoen von *Spongilla* beibringt. Endlich ist anzuführen, dass KELLER in einer kurzen Mittheilung (Nr. 23, p. 345) sagt, »es sei auch für *Spongilla* anzunehmen, dass der Spermafollikel mit seiner Inhaltmasse aus einer einzigen Zelle durch fortgesetzte Theilung entstanden ist«.

Die wichtigste Erweiterung unserer Kenntnisse verdanken wir nach den Arbeiten SCHULZE's einer Abhandlung von POLEJAEFF über die Spermatogenese bei *Sycandra raphanus* H. (Nr. 46, p. 285). Hier erfahren einzelne Mesodermzellen mit großem Kern und stark lichtbrechendem Kernkörperchen eine eigenartige Sonderung ihres Inhaltes. Aus dem Kerne entstehen nämlich zwei Kerne verschiedener Art, welche an die entgegengesetzten Pole der Zelle rücken und deren einer dem centralen, deren anderer dem peripheren Theile des Protoplasmas angehört. Die Bezeichnung dieser beiden Theile als »Ursamenzelle« und als »Deckzelle« ist dadurch gerechtfertigt, dass der Kern, dessen Protoplasma central liegt, sich wiederholt theilt, während die Deckzelle keine Theilung erfährt, sondern »mit ihrem Protoplasma in der Art einer Kapsel die Theilungsprodukte der Ursamenzelle mit ganz dünner Schicht umschließt«. Die Theilungsprodukte selbst stellen zuletzt kleine, stark lichtbrechende Körperchen dar und verwandeln sich in die Köpfe der Spermatozoen; »an jedem Körperchen bildet sich ein entsprechender Theil von der gemeinsamen Protoplasmamasse zu seinem Schwänzchen aus«. »Eine Volumzunahme des Spermaklumpens bei seiner Entwicklung findet nicht statt, eben so wenig die Bildung eines Endothel-lagers an der Innenseite der entsprechenden Mesodermhöhle.«

POLEJAEFF war ursprünglich geneigt, diese Entwicklungsart der Samenkörper, welche auch VOSMAER in derselben Weise beobachtet hat (Nr. 65, p. 443), als für die Kalkschwämme charakteristisch anzusehen, während der von SCHULZE geschilderte Process für die Porifera non-calcareo typisch sein sollte. Indessen seine Untersuchung der Challenger-Keratoso überzeugte ihn, dass hier beide Arten der Spermatozoenentwicklung auftreten. So verhält sich z. B. *Carteriospongia radiata* ganz nach dem von SCHULZE angegebenen Typus, *Verongia hirsuta* und *V. tenuissima* schließen sich in jeder Beziehung an *Sycandra* an (Nr. 48, p. 71). Die Unterscheidung ist also nicht durchführbar.

In meiner vorläufigen Mittheilung stellte ich *Spongilla* in Bezug

auf die Entwicklung der Spermatozoen zu dem SCHULZE'schen Typus (Nr. 12, p. 635). Weitere Schnitreihen haben mich indessen belehrt, dass dies nicht völlig richtig ist. Man könnte *Spongilla* eben so gut zu dem POLEJAEFF'schen Typus zählen oder besser ausgedrückt: bei *Spongilla* bietet sich eine bemerkenswerthe Übergangsform zwischen beiden dar. Ein näheres Eintreten auf die in Betracht kommenden Erscheinungen wird dies zeigen. — Wie bei *Halisarca* (F. E. SCHULZE) findet nicht nur Kern- sondern auch Zelltheilung statt, wie dort kommt es zur Bildung eines Follikels aus umgebenden Parenchymzellen. Aber dieser Follikel ist bei *Spongilla*, verglichen mit dem Follikel bei *Halisarca*, als ein sekundäres Produkt zu bezeichnen, denn er umschließt die Abkömmlinge mehrerer Spermamutterzellen — und dies ist es, was ich wie die früheren Beobachter anfänglich übersehen hatte. Diese Spermamutterzellen aber verhalten sich einzeln so wie die entsprechenden Elemente bei *Sycandra* (POLEJAEFF).

In Bezug auf die nachfolgende Darstellung muss ich noch wie POLEJAEFF vorausschicken, dass sich der Verlauf der Entwicklung im Zusammenhange und mit seinen feinsten Einzelheiten nicht am lebenden Gewebe verfolgen lässt, dass man ihn vielmehr aus der Vergleichen zahlreicher Schnitte erschließen muss.

Auch bei *Spongilla* besitzen die Zellen, von welchen die Entwicklung der Spermatozoen ihren Ausgang nimmt, ein ziemlich feinkörniges Protoplasma und einen verhältnismäßig großen Kern. Dieser besteht aus einem dichten Chromatinnetz mit zahlreichen Kernkörperchen, welche in den Knotenpunkten des Netzes zu liegen scheinen; Farbstoffe werden in großer Menge von ihm zurückgehalten. Als nächster Entwicklungszustand ist jenes Bild zu deuten, wo in einer nicht wesentlich vergrößerten Zelle zwei Kerne auftreten (Fig. 43). Der eine, im Inneren der Zelle gelegen, ist eben so chromatinreich wie jener erste Kern, der andere, mehr der Oberfläche genäherte, ist sehr viel chromatinärmer und etwas kleiner. In den folgenden Stadien erscheint letzterer als ein ziemlich helles eiförmiges Bläschen mit feinfädigem Chromatingerüst. Das zugehörige Protoplasma war einige Male wie durch eine feine Linie von dem zum inneren Kern gehörigen abgetrennt. Später wird diese Abtrennung sehr deutlich (Fig. 44); man sieht dann nämlich, dass eine doppelt begrenzte schmale Protoplasmaschicht, an deren breitester Stelle der helle Kern liegt, eine Anzahl von Zellen umschließt, welche als Theilungsprodukte des inneren Kernes und seiner protoplasmatischen Umgebung zu betrachten sind. In dem jüngsten Stadium, welches ich fand, enthielt der Hohlraum der äußeren Zelle, welche wir mit POLEJAEFF »Deckzelle« nennen

können, sechs deutlich von einander abgegrenzte Zellen, eben die Abkömmlinge der inneren oder »Ursamenzelle« (Fig. 45). Bei älteren Stadien stieg die Zahl der entsprechend kleiner gewordenen Theilzellen auf zwanzig und mehr (Fig. 46—47). Dann bestand aber die Kapsel aus zwei (Fig. 47), drei, ja selbst vier Deckzellen. Darin liegt eine weitere, wenn auch nicht grundsätzlich wichtige Abweichung von jenem Verhältnis, welches POLEJAEFF bei *Sycandra* fand; dagegen wird man unmittelbar an die »Spermatocysten« VON V. LA VALETTE ST. GEORGE erinnert.

Die allgemeine Übereinstimmung der Untersuchungsergebnisse POLEJAEFF'S bei den Schwämmen mit den Resultaten, welche man den über sehr verschiedene Thiergruppen ausgedehnten Untersuchungen V. LA VALETTE'S verdankt, ist wohl zuerst VON WALDEYER nachdrücklich betont worden¹. Indem V. LA VALETTE ST. GEORGE den Vergleichen WALDEYER'S beistimmt, bemerkt er in dem fünften seiner »spermatologischen Beiträge«², dass die Spermatocysten »einen integrierenden Theil der Spermatogemmen bilden«, d. h. es sind die peripherischen Zellen jenes Zellhaufens, welcher durch Theilung »der Stammsamenzellen oder Spermatogonien« entstanden ist und dessen centrale Zellen die Spermatocyten oder Samenvermehrungszellen sind. »Die Spermatocyten, fährt V. LA VALETTE fort, bleiben meinen Erfahrungen nach seit ihrer ersten Abspaltung von der Spermatogonie bis zu ihrer vollständigen Entwicklung zu Spermatozomen (Samenkörpern) in Vereinigung mit diesen Vorrichtungen (den Spermatocysten), welche ihren Zusammenhang bewirken, und, wie ich gern zugeben will, vielleicht auch nutritive Bedeutung besitzen.« Damit bietet uns V. LA VALETTE die schon VON POLEJAEFF angestrebte physiologische Deutung dieser merkwürdigen morphologischen Verhältnisse. Dieselbe ist einleuchtend und verliert auch kaum etwas Wesentliches durch den Umstand, dass bei *Spongilla* wenigstens die Spermatocyste (Deckzelle, POL.) nicht so selten durch die Spermatocyten, d. h. die Samenkörper, welche sich in ihr entwickeln, gesprengt und dadurch dem Verfall preisgegeben wird, noch ehe diese Samenkörper ihre volle Ausbildung erreicht haben. Besonders wenn mehrere Samenmutterzellen oder Spermatogonien neben einander liegen, scheint leicht der Fall einzutreten, dass die Spermatocysten im Lauf der Entwicklung und in Folge derselben verloren

¹ W. WALDEYER, Bau und Entwicklung der Samenfäden. Anat. Anzeiger. Bd. II. p. 362. 1887.

² V. LA VALETTE ST. GEORGE, Spermatologische Beiträge. 5. Mitthlg.: Über die Bildung der Spermatocysten bei den Lepidopteren. Archiv für mikr. Anat. Bd. XXX. p. 430. 1887.

gehen. Statt ihrer bildet sich dann um die ganze, bald annähernd kugelförmig, bald völlig unregelmäßig gestaltete Masse eine Art sekundärer Follikel, welcher aus gewöhnlichen Parenchymzellen besteht. In dieser Weise glaube ich nämlich die Bilder deuten zu müssen, wo nur ein Theil der dicht gedrängten Samenkörper oder ihrer Entwicklungszustände von wirklichen Spermatocysten (Deckzellen) umgeben war, während sich rings um die letzteren zahlreiche ähnliche oder sogar verschiedenartige Entwicklungsstadien von Spermatocyten gruppirten und das Ganze endlich von Parenchymzellen begrenzt war. Nie ist ein solcher sekundärer Follikel so dicht gefügt wie der Follikel des Eies und die Verschiedenheiten im Grade seiner Ausbildung sind womöglich noch größer als dort. Sahen wir aber beim Ei, dass eigene »Nährzellen« an dem Aufbau seines Follikels einen wesentlichen Antheil nehmen, so fallen dieselben hier ganz weg, wenigstens in ihren spezifischen Formen. Sollten die Follikelzellen den Spermahaufen Nahrungsmaterial liefern, so beschränkt sich ihre Thätigkeit wohl auf die einer »Durchgangsstation« (POLEJAEFF) und Ähnliches dürfte von den protoplasmaarmen hellen Deckzellen selbst gelten.

Aus den dargelegten Verhältnissen erklären sich nun auch die Angaben und Abbildungen LIEBERKÜHN's und GANIN's, welche bezüglich der äußeren Form der Spermamassen bei *Spongilla* so Verschiedenes aussagen, auf ungezwungene Weise. LIEBERKÜHN bekam hauptsächlich rundliche, ziemlich regelmäßig begrenzte, vereinzelte Ballen zu Gesicht — seine Angabe, dass die Kapsel strukturlos sei, ist freilich unrichtig —, GANIN die unregelmäßig geformten, eines deutlichen Follikels entbehrenden, ausgedehnten Vereinigungen von Spermatozoenmassen. Das unter Umständen häufige Vorkommen der letzteren macht auch die spätere, sonst so auffallende Mittheilung LIEBERKÜHN's begreiflich, in welcher er das Vorhandensein einer besonderen Kapsel ausdrücklich widerruft (Nr. 42, p. 83). Endlich erklärt sich mir auf diese Weise eine Beobachtung, welche schon in meiner vorläufigen Notiz (Nr. 42, p. 635) enthalten ist, und welche ich seither wiederholen konnte; wenn innerhalb desselben Follikel die Ausbildung der Samenkörper scheinbar verschieden rasch vorgeschritten ist, so dass beispielsweise ein Theil mit fertigen, ein anderer mit noch unausgebildeten erfüllt ist, so handelt es sich einfach um die Vereinigung mehrerer ungleich weit entwickelter »Spermatogemmen« in einem sekundären Follikel.

Ich habe noch etwas näher auf die im Obigen nur berührte Vermehrungsart des Zelleninhaltes der Spermatocysten und dessen Umwandlung in Spermatozoen einzutreten. Der vielleicht bemerkenswertheste, aber bei den Spongien bisher ganz übersehene Zug dieser

sich mehrfach wiederholenden und daher immer kleinere Geschlechter liefernden Zelltheilung ist ihre Verbindung mit mitotischer Kerntheilung. So ergiebt sich, dass bei der niedersten eben so gut wie bei der höchsten Metazoengruppe die Spermatogenese stets mit indirekter, karyokinetischer Theilung verknüpft ist. Die Kleinheit der Objekte erschwert zwar die Untersuchung ungemein, selbst stärkste Linsen liefern nur kleine Bilder; dazu kommt leider der von FLEMMING hervorgehobene Übelstand zur Geltung, dass gerade kleine Zellen am leichtesten Schrumpfungen und Verzerrungen erleiden; durchmustert man indessen eine genügend große Anzahl von Schnitten, so finden sich immer gut erhaltene Stadien, welche das Vorhandensein indirekter Kerntheilung unzweifelhaft machen (Fig. 48—49). Zudem weisen innerhalb derselben Spermatocyste meist alle Kerne dieselbe Phase der Theilung auf. Selten traf ich die Kerne, welche von einem nur sehr schmalen Protoplasmasaum umgeben sind, im Ruhezustande, meist in der sog. »Knäuel«- und »Sternform« oder, um die Bezeichnungen FLEMMING's anzuwenden, in den Phasen des »Spirems« und des »Asters«. Daraus ist auf eine ziemlich lange Dauer dieser Phasen und auf einen ziemlich raschen Ablauf der übrigen zu schließen. Der Aster zeigt Neigung zur Unregelmäßigkeit, d. h. »zu gebogenen und geschlängelten Fadenlagen«, was FLEMMING bei der Theilung gerade der Spermazellen auch für verschiedene andere Thiere beobachtet hat¹. Ob die Längsspaltung der Fäden in der Phase des Asters eintritt, wie bei der gewöhnlichen Mitose, oder ob dieser zu den wesentlichsten Eigenthümlichkeiten der indirekten Kerntheilung gehörige Vorgang erst später erfolgt, wie dies nach den neuen Untersuchungen FLEMMING's bei der Spermatozoenentwicklung von Salamandra der Fall ist², vermochte ich nicht zu entscheiden. Dagegen fanden sich wieder jene Kernformen, welche die Phase der »Äquatorialplatte« oder den Schluss der »Metakinese« bezeichnen, gelegentlich auch mit der wiederum von FLEMMING betonten Abweichung, dass »die centralen Enden der Schleifenschenkel nicht, wie sonst, schräg nach dem Umfang divergiren und durch einander geschoben liegen, sondern regelmäßig parallele Richtung haben, wie Längsstreifen an einer Tonne« (Tonnenform). Manche Fäden verlaufen dabei ungetrennt von einem Pole zum andern. Nicht selten war das anschließende Stadium des »Doppelsternes«, »Dyaster«, sowie des »Doppelknäuels« oder »Dispirems«, bei welchem letzterem die Einschnürung des Zellenleibes eintritt. Zugleich war dies das einzige Stadium, wo einzelne Fäden der

¹ W. FLEMMING, l. c. p. 257.

² Derselbe, Neue Beiträge zur Kenntniss der Zelle. Archiv für mikr. Anatomie. Bd. XXIX. p. 400. 1887.

achromatischen Kernspindel erkennbar wurden. — Ich will nicht unterlassen, an dieser Stelle nochmals auf die p. 116 angeführten Bemerkungen LIEBERKÜHN's hinzuweisen, aus welchen hervorgeht, dass er bereits die Zelltheilungen sah, welche den eben beschriebenen Kerntheilungen folgen; so namentlich, wenn er die Gebilde, welche nachher den Samenkörpern den Ursprung geben, zum Theil kugelig, zum Theil aber eiförmig nennt oder »doppeltbrotförmig mit mehr oder weniger starker Einschnürung«. Eben so sah er, dass diese Entwicklungsformen die Köpfe der Spermatozoen um ein Vielfaches an Größe übertreffen, und endlich deutet er an, dass dieselben Entwicklungsformen die Fähigkeit amöboider Bewegung besitzen, eine Beobachtung, welche GANIN bestätigte (Nr. 14, p. 16) und welche sich in meinen Zeichnungen ebenfalls ausspricht.

Bezüglich der Umbildungen, welche die letzte Generation der Spermatoocyten, die »Spermatiden oder Samenausbildungszellen« (v. LA VALETTE St. GEORGE) erfährt, um endlich in die eigentlichen Samenkörper oder Spermatozoen oder »Spermatosomen« (v. LA VALETTE) überzugehen, kann ich dem von *Spongilla* und anderen Spongien bereits Bekannten nichts Neues beifügen. Nach der letzten Theilung entsteht aus der Knäuelform des Kernes eine völlig kompakte Chromatinkugel (Fig. 50); dabei wird der Kern natürlich noch etwas kleiner und dichter als bisher und in Folge davon nicht nur noch stärker lichtbrechend, sondern auch durch Farbstoffe noch tiefer färbbar. Dieselbe Thatsache beobachtete zuerst SCHULZE bei den Spermatozoen von *Halisarca* (Nr. 53, p. 26) und *Aplysilla* (Nr. 55, p. 412), und GANIN sagt über die Spermatozoen von *Spongilla* (Nr. 14, p. 15), dass ihre Köpfchen offenbar noch einer Zusammenziehung unterliegen. Die Tinktionsfähigkeit des Protoplasmas ist dagegen im Vergleich zu den Anfangsstadien der Entwicklungsreihe erheblich geringer geworden. Die nächste Umwandlung besteht nun darin, dass dieser kleine Protoplasmaest, welcher zuvor den Kern mantelförmig umgab, sich ausschließlich an einer Seite desselben ansammelt und sich hier endlich zu dem langen dünnen Schwanzfaden des Spermatozoons auszieht. Auch dies war an Präparaten deutlich zu konstatiren. GANIN, welcher den Vorgang nach Beobachtungen an lebenden Zellen beschreibt (Nr. 14, p. 17), sah dort das Schwänzchen zuerst als einen Fortsatz von ziemlicher Breite, welcher sich aber bereits peitschenartig bewegte. Bei der allgemein anerkannten und selbst experimentell bestätigten (ZACHARIAS) Möglichkeit des Überganges von amöboider zu flimmernder oder wimpernder Bewegung wird an der thatsächlichen Richtigkeit dieser Angaben kaum zu zweifeln sein.

Die reifen Spermatozoen von *Spongilla* besitzen ein kugelförmiges

Köpfchen, welches nach dem Mitgetheilten als Kern der Zelle aufzufassen ist, und ein Schwänzchen — es stellt den Protoplasmaleib der Zelle dar —, welches sich in der Richtung der Verlängerung eines Durchmessers an das Köpfchen ansetzt. Andere Spongienspermatozoen weichen in diesen Formverhältnissen mehr oder minder ab. Bei *Halisarca*, um nur ein Beispiel zu nennen, sind die Spermatozoen »gestreckt eiförmig, mit einer geringen ringförmigen Einschnürung an dem spitzen Ende«, und der Schwanz setzt sich »annähernd rechtwinklig zur Achse des Köpfchens an« (F. E. SCHULZE, Nr. 53, p. 26). So prägen sich schon bei den Schwämmen die Gattungsverschiedenheiten selbst in den feinsten Elementen aus.

Endlich darf nicht unerwähnt bleiben, dass sowohl HAECKEL für Kalkschwämme (Nr. 18, Bd. I, p. 448), als F. E. SCHULZE für *Halisarca* (Nr. 53, p. 26) und *Aplysilla* (Nr. 55, p. 442), und GANIN für *Spongilla* (Nr. 44, p. 45) das Auftreten eines kleinen glänzenden Körperchens im Kopfe der Spermatozoen besprechen. Die Deutungen lauten verschieden. SCHULZE hält es für möglich, dass das Körperchen zur vorderen Spitze des reifen Spermatozoons wird, da es in den reifen Entwicklungsstadien dieser Stelle am nächsten liegt und in den reifen Spermatozoen nicht mehr vorkommt. Ein zweites, nicht so regelmäßig vorhandenes Körperchen ähnlicher Art soll an der Anlage des späteren Hinterkopfes des Spermatozoons betheiligt sein. Nach GANIN ist bei *Spongilla* ein solches Körperchen nicht nur in den Entwicklungszuständen, sondern auch in den reifen Spermatozoen enthalten; er sieht in ihm daher einen wesentlichen und konstanten Bestandtheil der Spermazelle, ihr Kernkörperchen, wenn ich ihn richtig verstehe. Auch HAECKEL, dem übrigens das große Verdienst zukommt, in den »Kalkschwämmen« die Zellennatur der Spermatozoen scharf hervorgehoben und begründet zu haben, neigte sich einer ähnlichen Auffassung zu, bemerkte aber ausdrücklich, dass er die Körperchen manchmal auf statt in dem Kerne fand. Heute, nach den schönen Untersuchungen, welche v. LA VALETTE St. George, PLATNER und Andere über das Schicksal des sog. Nebenkernes bei der Spermatogenese veröffentlicht haben¹, muss sich unwillkürlich die Vermuthung aufdrängen, dass in jenem räthselhaften Körperchen ein derartiges Gebilde vorliege. Dieser Rolle würde

¹ Ich erwähne aus der reichen Litteratur nur zwei der neuesten und genauesten Abhandlungen: v. LA VALETTE St. GEORGE, Zelltheilung und Samenbildung bei *Forficula auricularia*. Festschr., A. v. KÖLLIKER zur Feier seines 70. Geburtstages gewidmet von seinen Schülern. Leipzig 1887. p. 51. — PLATNER, Über die Entstehung des Nebenkernes und seine Beziehung zur Kerntheilung. Archiv f. mikr. Anat. Bd. XXVI. p. 343. 1886.

es nur entsprechen, wenn das Körperchen schließlich in einen Theil des Spermatozoons (das sog. Mittelstück) überginge.

Ich kann mir hierin ein eigenes Urtheil nicht erlauben, weil ich bei der Verfolgung der Spermaentwicklung von *Spongilla* nur selten das fragliche Gebilde bemerkt habe und auch in diesen wenigen Fällen nicht in eigentlich charakteristischer Lage und Ausbildung. Überhaupt wäre *Spongilla* ein zum Studium dieser Frage sehr wenig geeignetes Objekt, denn bei der Kleinheit der betreffenden Elemente gelangt man hart an die Grenze der Leistungsfähigkeit unserer Mikroskope.

Zürich, im Februar 1888.

Litteraturverzeichnis.

1. J. BOWERBANK, On the Anatomy and Physiology of Spongiadae. Part II. Phil. Trans. 1862.
2. K. BRANDT, Über die morphologische und physiologische Bedeutung des Chlorophylls bei Thieren. Mitth. d. Zool. Station Neapel. Bd. IV. 1883.
3. M. BRAUN, Über die Geschlechtsverhältnisse bei *Halisarca lobularis* O. S. Zool. Anz. IV. Jahrg. Nr. 82. 1884.
4. H. J. CARTER, Zoosperms in *Spongilla*. Ann. and Mag. of Nat. Hist. ser. 2. vol. XIV. 1854.
5. — On the Ultimate Structure of *Spongilla*. Ann. and Mag. of Nat. Hist. ser. 2. vol. XX. 1857.
6. — On the Development of the Marine Sponges from the earliest Recognizable Appearance of the Ovum to the Perfected Individual. Ann. and Mag. of Nat. Hist. ser. 4. vol. XIV. 1874.
7. — On the Presence of Spermatozoa in the Sponges. Ann. and Mag. of Nat. Hist. ser. 4. vol. XIV. 1874.
8. — Notes Introductory to the Study and Classification of the Spongida. Ann. and Mag. of Nat. Hist. ser. 4. vol. XVI. 1875.
9. — On the Nutritive and Reproductive Processes of Sponges. Ann. and Mag. of Nat. Hist. ser. 5. vol. IV. 1879.
10. — Spermatozoa, Polygonal Cell-structure, and the Green Colour in *Spongilla*, together with a new Species. Ann. and Mag. of Nat. Hist. ser. 5. vol. X. 1882.
11. T. EIMER, Nesselzellen und Samen bei Seeschwämmen. Arch. f. mikr. Anatomie. Bd. VIII. 1872.
12. K. FIEDLER, Über die Entwicklung der Geschlechtsprodukte bei *Spongilla*. Zool. Anz. X. Jahrg. Nr. 266. 1887.
13. M. GANIN, Zur Entwicklung der *Spongilla fluviatilis*. Zool. Anz. I. Jahrg. Nr. 9. 1878.
14. — Beiträge zur Kenntnis des Baues und der Entwicklung der Schwämme. Warschau 1879. (Russisch.)
15. A. GÖTTE, Über die Entwicklung der Spongillen. Zool. Anz. VII. Jahrg. 1884. Nr. 183/184.

16. A. GÖTTE, Unters. zur Entwicklungsgeschichte v. *Spongilla fluviatilis* (3. Heft d. Abh. z. Entwicklungsgesch. d. Thiere). Hamburg und Leipzig 1886.
17. E. HAECKEL, Über die sexuelle Fortpflanzung und das natürliche System der Schwämme. Jenaische Zeitschr. für Naturw. Bd. VI. 1871.
18. ——— Die Kalkschwämme. Eine Monographie. 2 Bände mit Atlas. Berlin 1872.
19. TH. H. HUXLEY, Zoological Notes and Observations. II. On *Tethya*. Ann. and Mag. of Nat. Hist. ser. 2. vol. VII. 1851.
20. G. JOHNSTON, History of British Sponges and Lithophytes. Edinburgh 1842.
21. C. KELLER, Untersuchungen über Anatomie und Entwicklungsgeschichte einiger Spongien des Mittelmeeres. Basel 1876.
22. ——— Über den Bau von *Reniera semitubulosa*. Diese Zeitschr. Bd. XXX. 1878.
23. ——— Über Spermabildung bei *Spongilla*. Zool. Anz. I. Jahrg. Nr. 14. 1878.
24. ——— Studien über Organisation und Entwicklung der Chalineen. Diese Zeitschr. Bd. XXXIII. 1880.
25. A. KÖLLIKER, *Icones histologicae*. 4. Abth. Leipzig 1864.
- 26—28. C. FR. W. KRUKENBERG, Vergleichend-physiologische Studien. Leipzig 1880. 26: 1. Abth. 27: 2. Abth. 28: 3. Abth.
29. ——— Vergleichend-physiologische Vorträge. Bd. I. Leipzig 1886.
30. E. R. LANKESTER, On the Chlorophyll-corpuscles and Amyloid Deposits of *Spongilla* and *Hydra*. Quart. Journ. of Micr. Science. New ser. Vol. XXII. 1882.
31. R. VON LENDENFELD, Über Coelenteraten der Südsee. II. Mitth. Neue *Aplysinidae*. Diese Zeitschr. Bd. XXXVIII. 1883.
32. ——— Das Nervensystem der Spongien. Zool. Anz. VIII. Jahrg. Nr. 186 u. 200. 1885.
33. ——— Zur Histologie der Spongien. Zool. Anz. VIII. Jahrg. Nr. 201/202. 1885.
34. ——— Beiträge zur Kenntnis des Nerven- u. Muskelsystems der Hornschwämme. Sitzungsber. d. Akad. d. Wissensch. Berlin. 1885.
35. ——— Synocils, Sinnesorgane der Spongien. Zool. Anz. X. Jahrg. Nr. 246. 1887.
36. N. LIEBERKÜHN, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Spongillen. MÜLLER'S Archiv f. Anat. u. Physiol. 1856.
37. ——— Zur Entwicklungsgeschichte der Spongillen (Nachtrag). MÜLLER'S Archiv f. Anat. u. Physiol. 1856.
38. ——— Zusätze zur Entwicklungsgeschichte der Spongillen. MÜLLER'S Archiv f. Anat. u. Physiol. 1856.
39. ——— Beiträge zur Anat. der Spongien. MÜLLER'S Archiv f. Anat. u. Physiol. 1857.
40. ——— Neue Beiträge zur Anatomie der Spongien. MÜLLER'S Archiv f. Anat. u. Physiol. 1859.
41. ——— Über Bewegungserscheinungen bei Schwämmen. MÜLLER'S Archiv f. Anat. u. Physiol. 1863.
42. ——— Über das kontraktile Gewebe der Spongien. MÜLLER'S Archiv f. Anat. u. Physiol. 1867.
43. ——— Über Bewegungserscheinungen der Zelle. (Speziell über *Spongilla* der zweite Abschnitt.) Schr. d. Ges. z. Bef. d. ges. Naturw. Marburg. Bd. X. 1870.
44. W. MARSHALL, Untersuchungen über Hexactinelliden. Diese Zeitschr. Suppl. zu Bd. XXV. 1875.
45. E. METSCHNIKOFF, Spongiologische Studien. IV. Über die Nahrungsaufnahme bei Spongien. Diese Zeitschr. Bd. XXXII. 1879.

46. N. POLEJAEFF, Über das Sperma und die Spermatogenese bei *Sycandra raphanus*. Sitzungsber. d. Akad. d. Wissensch. Wien. Bd. LXXXVI. 1882.
47. — Report on the Scientific Results of the Voyage of H. M. S. »Challenger«. Calcarea. 1883.
48. — Report on the Scientific Results of the Voyage of H. M. S. »Challenger«. Keratosa. 1884.
49. O. SCHMIDT, Die Spongien des adriatischen Meeres. Leipzig 1862.
50. — Supplement der Spongien des adriatischen Meeres (Histologie u. systemat. Ergänzungen). Leipzig 1864.
51. — Zur Orientirung über die Entwicklung der Spongien. Diese Zeitschr. Suppl. zu Bd. XXV. 1875.
52. F. E. SCHULZE, Über den Bau und die Entwicklung von *Sycandra raphanus*. Diese Zeitschr. Suppl. zu Bd. XXV. 1875.
53. — Untersuchungen über den Bau u. die Entwicklung der Spongien. II. Mitthlg. Die Gattung *Halisarca*. Diese Zeitschr. Bd. XXVIII. 1877.
54. — Untersuchungen etc. III. Mitthlg. Die Familie der *Chondrosidae*. Diese Zeitschr. Bd. XXIX. 1877.
55. — Untersuchungen etc. IV. Mitthlg. Die Familie der *Aplysiniden*. Diese Zeitschrift. Bd. XXX. 1878.
56. — Untersuchungen etc. VI. Mitthlg. Die Gattung *Spongelia*. Diese Zeitschr. Bd. XXXII. 1879.
57. — Untersuchungen etc. VII. Mitthlg. Die Familie der *Spongidae*. Diese Zeitschrift. Bd. XXXII. 1879.
58. — Untersuchungen etc. VIII. Mitthlg. Die Gattung *Hircinia*. Diese Zeitschr. Bd. XXXIII. 1880.
59. — Unters. etc. IX. Mitthlg. Die *Plakiniden*. Diese Zeitschr. Bd. XXXIV. 1880.
60. — On the Structure and Arrangement of the Soft Parts in *Euplectella aspergillum*. Trans. of the Royal Soc. Edinburgh. vol. XXIX. 1880.
61. — Untersuchungen etc. X. Mitthlg. *Corticium candelabrum*. Diese Zeitschr. Bd. XXXV. 1884.
62. — Report on the Scientific Results of the Voyage of H. M. S. »Challenger«. Hexactinellida. 1887.
63. W. J. SOLLAS, The Sponge Fauna of Norway. Annals and Mag. of Nat. Hist. ser. 5. vol. IX. 1882.
64. G. C. J. VOSMAER, Einige neuere Arbeiten über Schwämme. Kritisch referirt. Biol. Centralblatt. Bd. VI. 1886.
65. — Spongien (Porifera). in: BRONN'S Klassen u. Ordnungen des Thierreiches. Leipzig und Heidelberg 1887.
66. W. WELTNER, Die Spongillen der Spree und des Tegelsees bei Berlin. Sitzgsber. d. Ges. naturf. Freunde Berlin. Jahrg. 1886. Nr. 10.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XI.

Fig. 4. Amöboide »Fresszellen« (blau) in einem Gewebsbalken aus der Nähe der Oberhaut in Wanderung begriffen. *w*, Wimperkammer.

Fig. 2. Ein Stückchen Oberhaut. Unter den Plattenzellen, von welchen nur die

großen blassrothen Kerne sichtbar sind, verlaufen »kontraktile Faserzellen«. Um die Einströmungsöffnung *p* sind dieselben ringförmig angeordnet. Die benachbarten »Fresszellen« (blau) führen einzelne unregelmäßig gestaltete (Nahrungs-) Körperchen.

Fig. 3—4. Zwei amöboide Fresszellen, stärker vergrößert.

Fig. 5. Junges Ei inmitten gewöhnlicher Parenchymzellen.

Fig. 6. Beginn der Follikelbildung, Auftreten der Dotterkörnchen.

Fig. 7. Zwei Eizellen, welche nur durch eine langgestreckte Parenchymzelle getrennt sind.

Fig. 8. Follikel eines älteren Eies, von der Fläche.

Fig. 9. Follikel gegen das Ende der Furchung, von der Fläche.

Fig. 10. Derselbe im Querschnitt.

Fig. 11. Dotterkugel im Querschnitt.

Fig. 12. Eikern mit centralem Kernkörperchen und peripheren Chromatinanhäufungen.

Fig. 13—15. Bildung der Richtungskörper.

Fig. 13. Übersichtsbild. Fig. 14 und 15. Randtheil, stärker vergrößert. In Fig. 15 schwache Strahlenbildung im Protoplasma.

Fig. 16—24. Auf einander folgende Furchungsstadien, in den ersten Figuren zugleich Darstellung der direkten Kerntheilung, in der letzten die untere Hälfte mit Abbildung des Follikels (etwas schematisch).

Fig. 25—29. Allmählicher Zerfall der Dotterkugeln in den letzten Furchungszellen.

NB. Härtung zum Theil mit KLEINENBERG'S Pikrinschwefelsäure, zum Theil mit Sublimat-Alkohol. Färbung mit Pikrokarmen und Bleu de Lyon. Vergrößerung: Fig. 4, 14, 15 HARTNACK IX, Fig. 2, 5—10, 13 HARTNACK VII, Fig. 3—4, 11—12, 25—29 REICHERT'S homogene Immersion 1/20, Fig. 16—24 HARTNACK IV (sämmliche Figuren mittels der OBERHÄUSER'Schen Camera entworfen).

Tafel XII.

Fig. 30—32. Indirekte Kerntheilung bei gleichmäßig grobgekörnnten Zellen (»amöboiden Fresszellen«).

Fig. 33—35. Indirekte Kerntheilung bei gewöhnlichen Parenchymzellen.

Fig. 36—37. Amöboide »Nährzellen« des Eies.

Fig. 38—42. Allmähliche Vermehrung der (dunkel gefärbten) Nährzellen in der Umgebung des wachsenden Eies. Bei Fig. 42 sind nur diese Nährzellen gezeichnet, die innere Begrenzung der übrigen Follikelzellen wird durch die punktirte Linie angedeutet.

Fig. 43—50. Spermatogenese.

Fig. 43—44. Differenzirung der »Deckzelle« *d* und der »Ursamenzelle« *u*.

Fig. 45—46. Deckzellen, welche sechs, bezw. acht Abkömmlinge der Ursamenzelle umschließen.

Fig. 47. »Spermatocyste«, welche aus zwei Deckzellen besteht, mit zahlreichen »Spermatocyten«.

Fig. 48—49. Indirekte Kerntheilung der Spermatocyten zweier auf einander folgender Generationen. *a*, Knäuelform (Spirem); *b*, Sternform (Aster); *c*, Tonnenform (Äquatorialplatte oder Metakinese); *d*, Doppelstern (Dyaster); *d'*, Dyaster, mehr vom Pole gesehen; *e*, Doppelknäuel (Dispirem).

Fig. 50. Ausbildung der Spermatozoen.

NB. Härtung: Fig. 30—35, 43—50 Sublimat-Alkohol, Fig. 36—42 Chrom-Osmium-Essigsäure. Färbung: Fig. 30—32 Pikrokarmen, Fig. 36—42 ungefärbt. Fig. 43—50 Hämatoxylin und Eosin. Vergrößerung: Fig. 30—37 REICHERT'S Öl-immersion 1/20, Fig. 38—42 HARTNACK VII, Fig. 43—50 Immersion 1/20.

8.

9.

10.



14.

15.



27.

28.

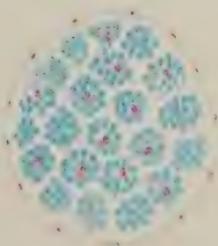
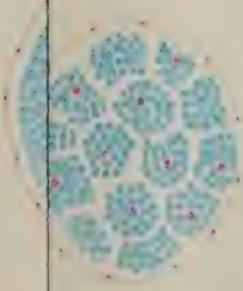
29.



20.

25.

24.



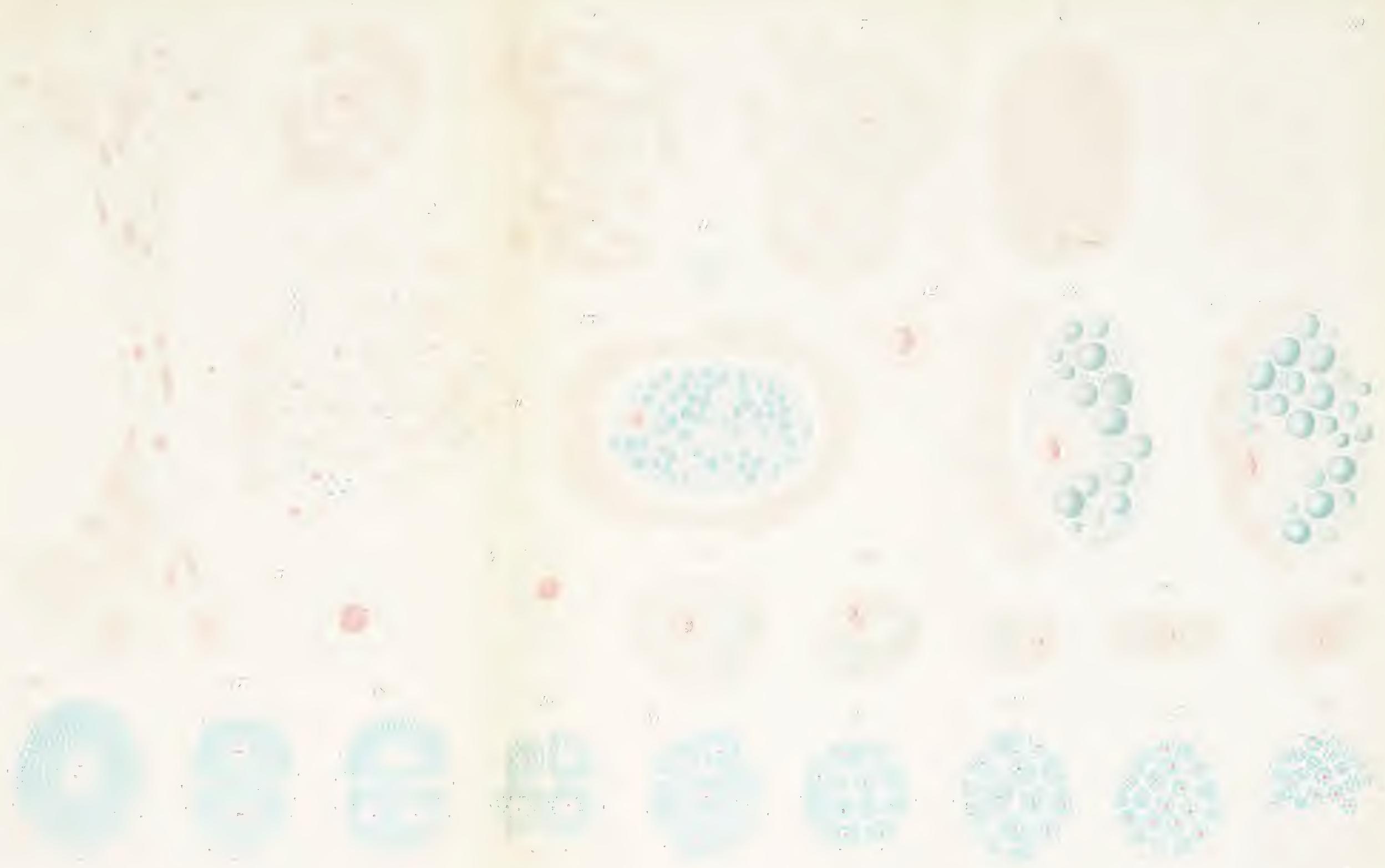


Figure 1: Stages of cell division and development.

50.

11111

51.

11111
11111

52.

11111

11111

53.

11111

54.

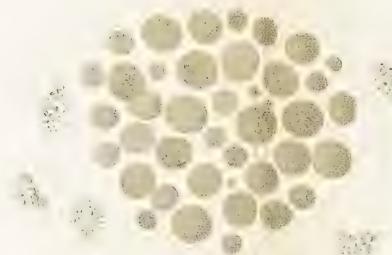
11111

11111

55.

11111

11111



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie](#)

Jahr/Year: 1888

Band/Volume: [47](#)

Autor(en)/Author(s): Fiedler Karl

Artikel/Article: [Über Ei- und Samenbildung bei Spongilla fluviatilis. 85-128](#)