

sagen. Erwähnen will ich noch, daß an die Harnblase ein dünner Strang herantritt. Dem ganzen Aussehen nach scheint es sich um einen Nerven zu handeln; leider war eine weitere Verfolgung nicht möglich. Bisher ist über die Innervierung dieser Drüsen noch nichts bekannt. Jedenfalls ist das Organ von dem der übrigen Cladoceren sehr verschieden.

Das Auftreten der *Penilia* im Triester Golfe ist ein interessantes biologisches Faktum. Sollte aber das Tier hier heimisch werden, so wird auch der Morphologe noch manchen Nutzen daraus ziehen können.

Zum Schluß habe ich noch die angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Chef, Herrn Prof. Dr. C. J. Cori, für zahlreiche Ratschläge und das entgegengebrachte Interesse zu danken.

Triest, den 14. Dezember 1914.

Literatur.

- Claus, C., Zur Kenntnis der Organisation und des feineren Baues der Daphniden u. verwandter Cladoceren. Z. f. wiss. Zool. Bd. 27. 1876.
 Cunnington, W. A., Studien an einer Daphnide (*Simocephalus sima*). Jenaische Z. f. Naturw. Bd. 37. 1903.
 Hansen, H. J., Die Cladoceren u. Cirripeden der Plankton-Expedit. Ergebnisse d. Plankton-Exped. Bd. II. 1899.
 Klotzsche, K., Beiträge zur Kenntnis des feineren Baues der Cladoceren. Jenaische Z. f. Naturw. Bd. 50. 1913.
 Leder, H., Über den feineren Bau des Nervensystems der Cladoceren. Zool. Anz. Bd. 43. 1913.
 Nowikoff, M., Untersuchungen über den Bau der *Limnadia lenticularis* L. Z. f. wiss. Zool. Bd. 78. 1905.
 Richard, J., Revision des Cladocères. Annal. d. Scienc. mat. 7. sér. Vol. 18. 1895.
 Samassa, P., Untersuchungen über das centrale Nervensystem der Cladoceren. Arch. f. mikrosk. Anatom. Bd. 38. 1891.
 Sudler, M. T., The development of *Penilia schmackeri* Richard. Proceed. of the Boston Soc. Nat. Hist. Vol. 29. 1899.

4. Die feineren Bauverhältnisse bei der Knospentwicklung der Donatien.

Von Ernst Eichenauer.

(Aus dem Zool. Institut in Marburg.)

(Mit 21 Figuren.)

eingeg. 20. Januar 1915.

Wer sich bemüht hat, die histologischen Verhältnisse derartiger Kieselschwämme wie der Donatien festzustellen, wird wissen, daß dies nicht ganz leicht ist. Soweit es möglich war, versuchte ich den feineren Bau der Knospen zu ergründen. Bezüglich der dabei angewandten Methoden und der größeren Morphologie der Knospen darf ich auf die Darstellung (Zool. Anz. Bd. XLV, Nr. 6, S. 271) verweisen. Die beiden von mir untersuchten *Donatia*-Arten sollen getrennt behandelt werden.

Donatia ingalli.

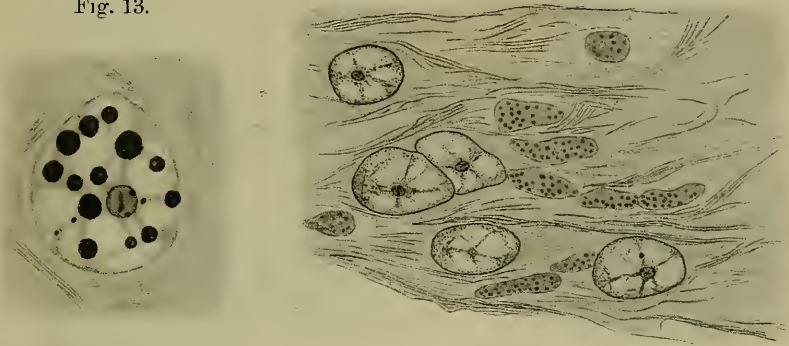
Beim Betrachten von irgendwelchen Schnittbildern aus irgendeiner *Donatia*-Knospe kann man sofort die große Ähnlichkeit des Knospengewebes mit dem Gewebe der Rindenschicht des Mutterschwammes feststellen. Beim näheren Zusehen ist zu erkennen, daß in der Knospe keinerlei Zellelemente vorhanden sind, die man nicht auch in der Rinde finden könnte. Auf diesen Umstand haben frühere Forscher, als erster wohl O. Schmidt, schon aufmerksam gemacht.

Die Zellelemente sind von außerordentlicher Kleinheit, Einzelheiten der Zelle liegen oft an der Grenze der Sichtbarkeit.

Bei *Donatia ingalli* fallen am meisten ins Auge verhältnismäßig große, bläschenartige Zellen mit deutlich sichtbarer Umgrenzung,

Fig. 14.

Fig. 13.



die mit zahlreichen deutlich gefärbten Körnchen angefüllt sind. Es sind dies nadelbildende Granulazellen (Fig. 13 und andre). Sie sind die größten Zellen des Schwammes. Ihr Durchmesser beträgt etwa $14,3 : 10,4 \mu$. Sie sind von ziemlich unveränderlicher, länglichrunder Gestalt. Der Kern ist außerordentlich klein, hell, oft mit deutlichem, nicht sehr dichtem Chromatingerüst und mit 1, 2 oder 3 Nucleolen versehen. Das spärliche Protoplasma ist in dünner Lage um die Peripherie der Zelle gelagert und zieht von dort aus in feinen Fäden durch den Zellraum und bildet so ein zartes Fadennetz. In diesem Netze aufgehängt sind zahlreiche, stark färbare Körnchen, die etwa so groß wie der Kern, oder kleiner sind. Es ist dies die kieselbildende Substanz. Diese Zellen sind nach meiner Auffassung die Bildner der Stabnadeln. Man findet sie überall da, wo Stabnadeln gebildet werden, also besonders in der jungen Knospe. Sie sitzen den Nadeln auf, besonders an den Spitzen, die verlängert werden. Wenn sie ihre Granulationen abgegeben haben, wandern sie ins Gewebe zurück (Fig. 14). Ich habe

leider nicht feststellen können, was aus diesen Zellen, die ihre Granulationen ausgeschieden haben, wird. Wahrscheinlich zerfallen sie.

Maas beschreibt (1900) die Bildner der Stabnadeln von *Donatia lynceurium* als Zellen von indifferentem Charakter, die den Archäocyten sehr ähnlich sind und, wie er 1901 dann angibt, auch aus diesen entstanden sind. Die Stabnadelbildner von *Donatia ingalli* und, wie wir sehen werden, von *Donatia maxa* sind in keiner Weise archäocytenähnlich. Aus ihrem ganz andersartigen, überaus typischen Aussehen und ihrer Größe, welche die der Archäocyten nicht unbeträchtlich übertrifft, glaube ich schließen zu müssen, daß sie selbständige Elemente des

Fig. 15.

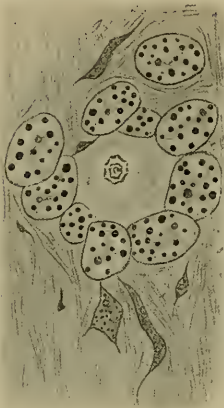


Fig. 16.

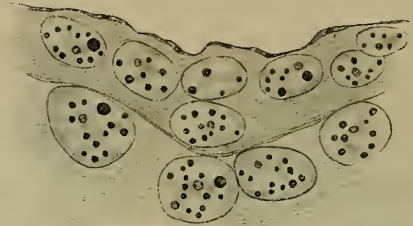


Fig. 17



Schwammes sind, die nicht aus den Archäocyten entstanden sind, zumal ich auch Übergänge zwischen beiden Zellformen nie gefunden habe.

Aus den Stabnadelbildnern entstehen die Bildungszellen der Sphäraster und Chiaster (Fig. 15, 16, 17). Es sind dies Zellen, die, mit Ausnahme der geringeren Größe, genau so aussehen wie die großen Bildungselemente der Stabnadeln. Maas beschreibt die Sphärasterbildner ebenfalls als archäocytenähnliche, nur kleinere Zellen, die auch aus den Archäocyten hervorgegangen sind.

Fig. 15 zeigt den von einem durch Flußsäure fast ganz aufgelösten Sphäraster gebildeten Hohlraum. Man kann deutlich erkennen, wie die Scleroblasten dem Stern aufgesessen haben, um ihm die Kieselausscheidung zu vergrößern. Auch diese Zellen kann man nach erfolgter Ausscheidung ihrer Granulationen herumliegen sehen.

Während Stabnadeln und Sphäraster von vielen Granulazellen aufgebaut werden, wird zur Bildung der kleinen Chiaster nur je eine

Zelle verbraucht. Der Chiaster entsteht innerhalb seiner Bildungszelle und liegt, auch wenn er fertig ist, von der Zellmembran umgeben. Die Scleroblasten ähneln sehr denen der Sphäraster (Fig. 16).

Maas gibt 1901 von den Chiasterbildungszellen von *Donatia lyncurium* an, sie hätten den indifferenten Charakter verloren und wären aus den »Bildungszellen« hervorgegangen. 1900 beschrieb er und bildete ab Mutterzellen dieser Chiasterbildung, die etwa doppelt so groß als diese sind. Jedenfalls sind seiner Meinung nach die Scleroblasten der Chiaster nicht direkt aus den Archäocyten hervorgegangen, wie die der andern Nadelformen, nur indirekt insofern, als Produkte der Archäocyten, die »Bildungszellen«, der Ausgangspunkt zu ihrer Entstehung sind.

Neben diesen überaus charakteristischen Granulazellen findet man etwas kleinere, amöboide Zellen, die den von Maas beschriebenen

Fig. 18.



Archäocyten entsprechen dürften (Fig. 18). Diese Archäocyten sind von sehr variabler Form, doch ist die Zellumgrenzung meist deutlich erkennbar. Sie sind stark plasmahaltig und erscheinen deshalb viel dunkler als die Granulazellen. Auch hier ist der Kern sehr klein, hell, bläschenartig, mit 1—2, seltener 3 Nucleolen. Die Archäocyten sind ebenfalls mit zahlreichen Granulationen, die hier ziemlich gleich groß sind, angefüllt.

Nach den Maasschen Untersuchungen sind die Archäocyten der Ausgangspunkt zur Bildung aller übrigen Zellelemente der Knospe. Die Umbildung wird nach Maas bewerkstelligt mit Hilfe sogenannter Übergangs- oder Bildungszellen. Es sind dies ganz typische Zellen, die kleiner und weniger amöboid als die Archäocyten sind, zahlreiche Körncheneinlagerungen und einen Kern von dichtem Gefüge haben. Diese Zellen soll man zahlreich in den Knospenherden, manchmal auch schon beim Heraufwandern aus dem mütterlichen Gewebe, erkennen können.

Nach meinen Untersuchungen gehen bei *Donatia ingalli* aus den Archäocyten allerdings die spindelförmigen und die epithelialen Zellen und indirekt die parenchymatöse Fasersubstanz hervor, aber die Umbildung erfolgt in einer weniger schematischen Weise, insofern als Übergangszellen von so charakteristischer Form, wie sie Maas bei *Donatia lynceurium* beschreibt, nicht vorhanden sind. Aus den Archäocyten gehen durch Teilung kleinere, körnchenbeladene, stark amöboide Übergangszellen hervor (Fig. 19), die mit ihrer sehr veränderlichen Form mit den bestimmt gestalteten »Bildungszellen« nicht verglichen werden können. Solche Übergangszellen liegen oft in dichten Haufen zusammen.

Fig. 19.

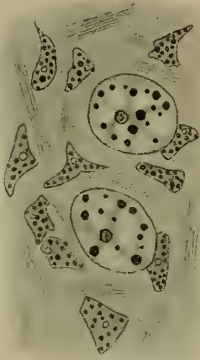
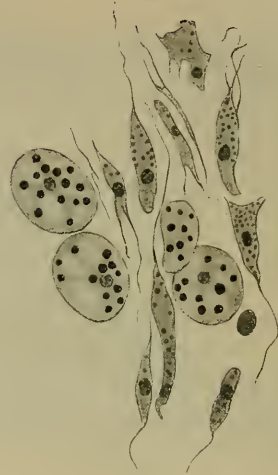


Fig. 20.



Allmählich nehmen sie dann festere Formen an — Übergänge dieser Art zeigt Fig. 20 — und sind schließlich zu spindelförmigen oder abgeflachten, epithelartig angeordneten Zellen geworden.

Die spindelförmigen Zellen (Fig. 20) sind von sehr verschiedener Größe, aber stets von der gleichen langgestreckten Form, die an beiden Enden in einen feinen Faden ausläuft. Der Kern ist verhältnismäßig groß, chromatinreich, mit 1—2 Nucleolen. Die größeren spindelförmigen Zellen haben meist Granulakörperchen aus ihren Ausgangselementen übernommen. Diese Körnelung geht bei der langsamen Umwandlung in faserige Substanz verloren.

Die epithelialen Zellen sind flach und langgestreckt (Fig. 33). In ihrer Struktur gleichen sie sehr den spindelförmigen Zellen. Sie sind reich an Plasma und besitzen einen chromatinreichen, ziemlich großen Kern. Sie finden sich in der Knospe erst in einem ziemlich späten Entwicklungsstadium, wenn sie zur Bedeckung der Oberfläche oder zur

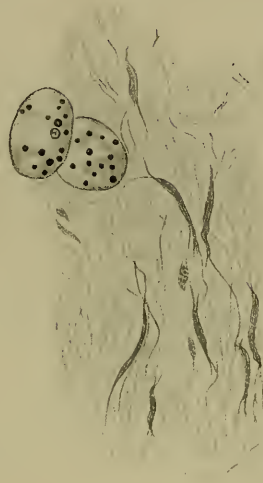
Auskleidung der Hohlräume gebraucht werden. Ich habe sie stets nur an diesen Orten, niemals lose im Gewebe gefunden, wo sie nach Maas dadurch, daß sie sich mit ihren Fortsätzen aneinander legen, Zellreihen bilden können.

Wie ich oben schon vorgreifend bemerkte, halte ich die spindelförmigen Zellen für den Ausgangspunkt zur Faserbildung. Maas ist anderer Ansicht. Er schreibt: »Die Bildungszellen, zuerst dichter gepackt, scheiden durch Veränderung ihrer peripheren Teile die Zwischen-substanz aus und geraten dadurch immer weiter auseinander. Schon

Fig. 21.



Fig. 22.



während der Abscheidung, mehr noch nachher, zeigt sich eine faserige Struktur, die mit der Hervorwölbung der Knospe immer deutlicher wird. Zellen sind stets äußerst spärlich in diesen ungemein entwickelten Fasermassen aufzufinden und haben mit deren Genese nichts zu tun . . . Übergangsstadien von faserigen gestreckten Zellen zu solchen Fasern habe ich trotz allen Suchens nicht finden können.«

Ich bin nach meinen Bildern zu andern Resultaten gekommen. Wie Fig. 20, 21 und 22 zeigen, kann man die Umbildung der spindelförmigen Zellen zu Fasern unmittelbar verfolgen. An den Maasschen Abbildungen, besser noch an meinen, kann man sehen, daß die gestreckten Zellen in lange Fäden auslaufen. Diese Fäden werden immer länger. Der Zelleib wird undeutlich und löst sich schließlich ganz auf. An vielen Stellen kann man, wie Fig. 21 zeigt, die isolierten Kerne an

den Stellen, an denen die Zellen aufgelöst worden sind, liegen sehen. Auf andern Bildern (Fig. 22), kann man den Umriß der Spindelzelle noch deutlich erkennen, das Innere der Zellen aber ist in einzelne Fasern aufgelöst. In dem fertig ausgebildeten Fasergewebe sind, wie Maas schreibt, Zellen allerdings sehr selten, aber in sich bildendem Fasergewebe findet man stets und häufig Spindelzellen und alle Übergänge zu den Fasern.

Nach meiner Meinung sind demnach in der Knospe von *Donatia ingalli* 2 Gruppen von Zellen zu unterscheiden, nämlich die Gruppe der nadelbildenden Zellen und die der Archäocyten, die die weiteren Zellelemente liefert. Maas unterscheidet bei *Donatia lynceurium* nur eine Gruppe von Zellen, da seiner Meinung nach alle Bildungselemente der Knospe aus Archäocyten hervorgegangen sind. Ich kann mich dem bezüglich *Donatia ingalli* (und *Donatia maza*) nicht anschließen, da ich es für höchst unwahrscheinlich halte, daß die großen, festumgrenzten, bläschenartigen Granulazellen aus den kleineren, amöboiden Archäocyten hervorgegangen sein könnten.

Nach Maas sind die bei *Donatia lynceurium* zur Knospenbildung verwandten Archäocyten »nicht einfache Ansammlungen dieser in der Rinde auch sonst diffus vorkommenden Elemente, sondern sie stammen aus tieferen Teilen des Schwammes und wandern dann den Nadelzügen entlang nach oben bzw. außen«. Es würde somit, da die Archäocyten den Ausgangspunkt für alle Bestandteile der Knospe darstellen, das Mark des Mutterschwammes die Urheimat der Knospe sein. Der Aufenthalt in der Rindenschicht des Schwammes würde lediglich als Zwischenstation auf dem Wege zum Bestimmungsort, der Knospe, aufzufassen sein.

Nach meinen Untersuchungen trifft dies bei *Donatia ingalli* nicht ohne weiteres zu.

Für die Archäocyten möchte ich auch bei *Donatia ingalli* das mütterliche Mark als Herkunftsort annehmen, denn man kann an einer Reihe von Schnittbildern erkennen, daß Archäocyten aus dem Mark den Nadelzügen entlang nach außen wandern. Im Augenblick der Knospenbildung ist aber die überwiegende Mehrzahl der Archäocyten schon in der Rindenschicht angesammelt, denn an den Stellen des Muttertieres, an denen Knospenbildung vorhanden ist, ist die Zuwanderung von Archäocyten aus dem Innern so gering, daß sie nicht in Betracht kommt. Es ist wahrscheinlich, daß, lange bevor eine Hervorwölbung der jungen Knospe erkennbar ist, die Archäocyten aus dem Innern des Schwammes hervorwandern, so daß sie bei beginnender Knospenbildung schon bereit liegen, denn die wenigen, jetzt noch folgenden, sind bedeutungslos.

Was die Granulazellen anlangt, die, wenigstens zu Beginn der Knospenbildung, eine wichtigere Rolle als die Archäocyten spielen, und die, wie wir gesehen haben, genetisch nichts mit diesen zu tun haben, so stammen sie lediglich aus der Rinde. Ich habe nirgends im Mark Granulazellen gefunden. Dies dürfte einen wichtigen prinzipiellen Unterschied im Verhalten von *Donatia lynceurium* und *Donatia ingalli* darstellen.

Der Differenzierungsprozeß der Archäocyten in die übrigen Zellelemente ist nach Maas bei *Donatia lynceurium* weder zeitlich noch lokal abgegrenzt. Er beginnt schon längst vor Hervorwölbung der Knospe im Innern des Schwammes. Als erster Schritt der geweblichen Ausprägung erfolgt die Differenzierung der Scleroblasten und die Ausscheidung der Spicula an der Grenze von Rinde und Mark, aber noch innerhalb des letzteren.

Bei *Donatia ingalli* liegen die Verhältnisse ganz anders. Ich habe nirgends beobachten können, daß die Archäocyten sich schon im Mark des Muttertieres differenzieren, noch weniger, daß dort schon Spicula ausgeschieden werden, da ja die dies besorgenden Granulazellen im Mark nicht angetroffen werden. Der Differenzierungsprozeß beginnt erst in der Rinde, wo, wie wir gesehen haben, die Archäocyten bei beginnender Knospenbildung angesammelt liegen, und wird dann später in der hervorgewölbten Knospe fortgesetzt. Die Ausscheidung der Spicula erfolgt stets erst beim Hervorwölben der Knospe. Es ließ sich auf keinem meiner vielen Schnittbilder feststellen, daß mitten im mütterlichen Gewebe Nadeln ausgeschieden werden, die dann an ihren Bestimmungsort transportiert werden müßten, sondern die Ausscheidung erfolgt an Ort und Stelle, wo die Nadeln zu liegen kommen. Das kann man schon daraus schließen, daß leere Granulazellen, also solche, die ihre Körnchen zu Nadelbildungen abgegeben haben, nur in der Knospe, nie in der Rinde gefunden werden.

Die innere Rindenschicht ist bei *Donatia ingalli* überaus stark gefasert, namentlich die Grenze zwischen Rinde und Mark ist so fest, daß es auch kaum möglich wäre, nichtamöboide, festgestaltete Zellen oder gar Spicula durch das überaus dichte Gefüge hindurchzutransportieren. Dies ist möglicherweise der Grund, warum der Differenzierungsprozeß erst in der Rinde beginnt.

Sämtliche zur Knospenbildung gebrauchten Zellelemente liegen in der Rinde diffus verteilt. Der innere faserige Teil der Rindenschicht enthält, wie schon eingangs erwähnt, bedeutend weniger als der äußere, außerhalb der Subdermalräume gelegene. Besonders die Granulazellen finden sich vorzugsweise dort. Sie sind ziemlich gleichmäßig verteilt. Abgesonderte Haufen von Granulazellen sind ebensowenig vorhanden

wie solche von Archäocyten. Nur an den Stellen, wo die Knospe ausgebildet wird, und manchmal dicht unter der Oberfläche in den Distalkegeln, häufen sie sich an. Kapselartige Gebilde, wie sie von Lendenfeld, Topsent und Maas bei *Donatia lynceurium* beobachtet wurden, »für die die Umhüllung mit einer spongiantigen Kapsel und die Skeletlosigkeit charakteristisch ist« (Maas) und in der die zahlreichen Zellen sich zu größeren Klumpen vereinigen können, sind bei *Donatia ingalli*

Fig. 23.



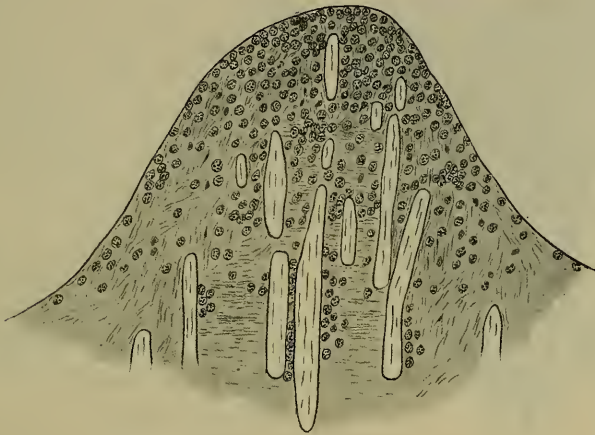
nicht vorhanden. Auch das Fehlen dieser für *Donatia lynceurium* charakteristischen Kapseln, die Maas für einstweilen angesammeltes Reservematerial für spätere Knospenbildung hält, stellt einen wesentlichen Unterschied zwischen den beiden Formen dar.

Der eigentliche Vorgang der Knospenbildung stellt sich bei *Donatia ingalli* folgendermaßen dar: Die Entwicklung beginnt damit, daß sich an den Enden der radiären mütterlichen Nadelbündel eine große Anzahl von Granulazellen ansammeln. Genau so wie Maas das Wandern der Zellen aus dem Innern des Schwammes nach außen geschildert hat, so ziehen die Zellmassen aus der Rinde zur Knospe. In Fig. 23 habe

ich abzubilden versucht, wie Granulazellen sich in Mengen durch die Fasermassen drängen. Das Hinneigen nach dem Ort ihrer Bestimmung ist auf den Schnittbildern sehr deutlich zu erkennen; man vermeint die Zellen wandern zu sehen. In ganz der gleichen Weise wandern die übrigen Zellarten. Fasern werden nach meiner Beobachtung nur spärlich aus der Rinde übernommen; die Hauptmasse wird in der Knospe neu gebildet. Die an den Nadelenden angesammelten Granulazellen beginnen mit der Ausscheidung von Kieselsubstanz zu Spicula, die, wie schon oben dargestellt, Verlängerungen der mütterlichen Nadeln sind. So ist die Spiculabildung der erste Akt innerhalb der jungen Knospe. Die junge Knospe, in der naturgemäß die Nadelbildung am intensivsten betrieben wird, besteht fast ausschließlich aus Granulazellen, die ihr Inneres beinahe völlig ausfüllen (Fig. 24). Alle andern Zellelemente treten ihnen gegenüber stark in den Hintergrund. Spindel-

förmige Zellen und deren Produkte, die Fasern, sind noch verhältnismäßig häufig. Archäocyten sind nur ganz vereinzelt anzutreffen. Epitheliale Zellen fehlen vollständig; sie sind jetzt noch unnötig, die Knospe bedarf ihrer noch nicht zur Umkleidung der Oberfläche, da sie die Möglichkeit haben muß, sich weiter auszudehnen. Chiaster oder deren Bildungszellen sind aus demselben Grunde noch nicht vorhanden. Von den zahlreichen Chiastern, die die Oberfläche des Mutterschwammes in dichter Lage besetzt halten, werden keine in die Knospe übernommen. Die Granulazellen sind eifrig am Kieselausscheiden; überall

Fig. 24.



sieht man entleerte Zellen liegen, ohne daß ich feststellen konnte, was aus ihnen wird.

Nach und nach folgen die übrigen Zellelemente, auch Archäocyten. Letztere jedoch nicht allzu zahlreich, wie sie in jüngeren Knospen überhaupt nie sehr häufig zu finden sind. Ihr massenhaftes Auftreten in späteren Entwicklungsstadien ist höchstwahrscheinlich auf eine starke Vermehrung der wenig zahlreichen in der Knospe vorhandenen Archäocyten zurückzuführen. Chiaster und epitheliale Zellen fehlen einstweilen noch.

Erst wenn die Knospe schon deutlich hervorgewölbt und der Stiel schon einigermaßen deutlich erkennbar ist, wird mit der Bildung dieser beiden letzteren Formen begonnen. Und zwar geht ihre Entwicklung Hand in Hand. Die Ausbildung beginnt am Grunde der Knospe, am Stiel. Dort sammeln sich die Chiasterbildungszellen in einfacher, doppelter oder mehrfacher Lage unter der Oberfläche an. Zu gleicher Zeit kann man erkennen, daß an der Oberfläche epitheliale Zellen ihre Lage einnehmen. Die Oberfläche der Knospe ist also von nun an zunächst

am Grunde mit einem Epithel umkleidet. Darunter liegen in einer deutlich erkennbaren, von feinen Fasern durchzogenen Zone in verschieden dichter Lage die Chiasterbildungszellen. Diese Zone ist durch einen dichten Faserstrang vom Innern der Knospe getrennt (Fig. 16 und 17). Allmählich schreitet der Chiasterüberzug nach oben fort, bis die Knospe schließlich völlig bedeckt ist. Sehr häufig kann man erkennen, daß am Grunde die Chiaster ausgeschieden sind, während weiter nach oben noch die Bildungszellen mit ihren unausgeschiedenen

Fig. 25.



Granulationen liegen. Die Zellen mit fertig ausgeschiedenen Chiastern sind im mikroskopischen Bild, wie Fig. 17 zeigt, daran zu erkennen, daß sie leer sind, da die angewandte Flußsäure die Kieselsubstanz aufgelöst hat. Die Bildungszellen zeigt Fig. 16.

In dem Maße wie das Nadel skelet sich ausbildet, schreitet auch die gewebliche Ausprägung fort. Es beginnt jetzt die Hauptzeit der Faserentwicklung, die ja, wie oben gezeigt, die Anordnung der Nadeln in ausgesprochenstem Maße beeinflusst.

In der Knospe sind jetzt alle Zellelemente vorhanden und sind durchaus diffus verteilt, so daß das Ganze einen rindenartigen Charakter hat. Dann kann man eine langsame Vermehrung der Archäocyten

beobachten, die durch Teilungen erreicht wird, da ein weiteres Hineinwandern vom Muttertier her nicht zu erkennen ist. Mehr und mehr sammeln die Archäocyten sich im Centrum der Knospe und vermehren sich stark durch zahlreiche Teilungen, wie das auch Maas beschreibt. Wenn die Nadeln die weite fächerige Anordnung erreicht haben, kann man eine deutliche Sonderung im Gewebe erblicken. Nach außen hin unter der Chiasterschicht liegen die spindeligen und faserigen Elemente, nach innen in dichten Haufen, oft sich gegenseitig abplattend, die Archäocyten. Granulazellen sind in der äußeren Schicht ziemlich zahlreich (Fig. 25). Man kann also auf dieser Entwicklungsstufe der Knospe schon eine äußere rindenartige, von einer inneren markartigen Schicht unterscheiden. Auf dieses wichtige Stadium habe ich oben

schon aufmerksam gemacht. Es entspricht bezüglich der Nadelstellung und der geweblichen Anordnung durchaus dem von Maas bei *Donatia lyncurium* beschriebenen, auf dem sich dort die Knospe ablöst.

Bei *Donatia ingalli* geht die Entwicklung der festsitzenden Knospe noch einen Schritt weiter, indem, wie schon geschildert, die fächerförmige Stellung der Nadeln in eine ausgesprochen radiäre übergeht. In histologischer Beziehung ändert sich in dieser Zeit in der Knospe von *Donatia ingalli* (im Gegensatz zu *Donatia maxa*) nicht mehr viel. Die Archäocyten schließen sich im Mittelpunkt der Knospe, rings um den Treffpunkt der Nadelbündel noch dichter zusammen, und die Grenze zwischen ihnen und der rindenartigen Außenschicht wird schärfer.

Genau wie bei *Donatia lyncurium* ist bis zu diesem Entwicklungsstadium auch die Knospe von *Donatia ingalli* durchaus solide; es sind noch keine Spuren von Hohlräumen oder von einem Kanalsystem vorhanden. Dann wird die Knospe frei, indem sie sich von dem als Stiel dienenden Nadelbündel langsam herunterschiebt. Sie sitzt zuletzt nur noch so lose an dem Stiele, daß die geringste Wasserströmung sie löst.

Da freigewordene Knospen in dem mir zur Verfügung stehenden Material nicht vorhanden waren, muß ich die Untersuchung weiterer Entwicklungsstadien auf später verschieben, wenn es mir möglich sein wird, mir das dazu notwendige Material zu verschaffen.

Donatia maxa.

Bei *Donatia maxa* liegen bei der Knospenbildung die Verhältnisse in weitaus den meisten Fällen genau so wie bei *Donatia ingalli*. Nur in einigen wenigen, aber durchaus nicht unwesentlichen Punkten besteht ein Unterschied.

Die äußeren Vorgänge der Knospenbildung und ebenso die Entwicklung des Nadelskelettes sind genau so wie bei *Donatia ingalli*. Äußerlich und bezüglich der Nadelstellung sind Knospen beider Formen nicht zu unterscheiden. Man findet allerdings bei *Donatia maxa* häufig größere Knospen, als sie anscheinend bei der andern Form auftreten, aber da die Größe, wie oben gezeigt, ein absolut unwesentlicher Faktor ist, so dürfte dieses nur von untergeordneter Bedeutung sein.

Wesentlichere Unterschiede liegen auf histologischem Gebiet. Als erstes fällt das andersartige Aussehen der Granulazellen auf. Sie sind etwas kleiner als die entsprechenden Zellen von *Donatia ingalli*. Ihr Durchmesser beträgt etwa 10,4 : 7,8 μ . Während die Granulazellen von *Donatia ingalli* sehr plasmaarm sind, ist bei *Donatia maxa* der

gesamte Raum der Zelle von Plasma angefüllt (Fig. 26). Infolgedessen erscheint sie hier dunkler, als das dort der Fall ist. Der Kern gleicht dem von *Donatia ingalli*, auch er hat 1, 2 oder 3 Nucléolen. Die Granulakörperchen liegen in dem Plasma der Zelle eingebettet. Sie sind erheblich kleiner als die von *Donatia ingalli*. Nur ein Körperchen (manchmal, aber seltener, auch zwei) zeichnet sich vor den andern durch seine bedeutende Größe aus. Es ist meist größer als der Kern, während

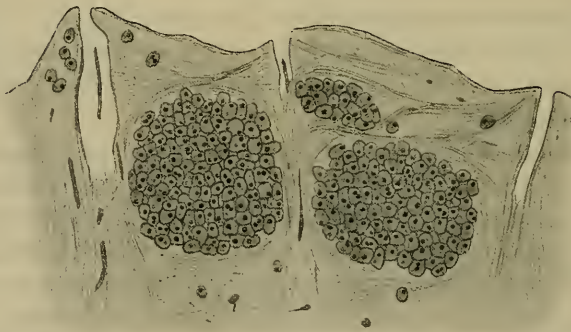
Fig. 26.



alle andern in der Größe weit hinter diesem zurückstehen. Diese Eigentümlichkeit ist so charakteristisch, daß es, namentlich schon bei schwächerer Vergrößerung, möglich ist, auf den ersten Blick Gewebe von *Donatia maxa* von solchem von *Donatia ingalli* zu unterscheiden. Dort erkennt man schon bei schwächerer Vergrößerung die großen hellen Zellen mit den vielen mehr oder weniger gleichgroßen Einlagerungen, hier sind die Zellen dunkler, und man sieht in ihnen einen großen dunklen Körper, während alle andern Granulationen nur bei stärkerer Vergrößerung zu erkennen sind (Fig. 27).

Die übrigen Zellelemente, Archäocyten, spindelförmige und epitheliale Zellen und die Fasermassen, sind denen von *Donatia ingalli* durchaus gleich. Dasselbe gilt von ihrer Herkunft und Entstehungsweise.

Fig. 27.



Ein wichtiger Unterschied besteht noch in der Art der Lagerung der Granulazellen in der Rindenschicht des Schwammes. Genau so wie bei *Donatia ingalli* kommen sie nur dort, niemals in tieferen Lagen des Mutterkörpers vor. Während aber bei der ersten Form die Granulazellen in der Rinde diffus verteilt liegen und sich nur unter der Oberfläche und an Knospungsstellen dichter anhäufen, sammeln sie sich bei

Donatia maza in der äußeren Rinde häufig zu rundlichen Klumpen an. Sie sind zwar auch über die übrigen Rindenpartien verteilt, die Hauptmasse ist aber in diesen Ansammlungen gelagert. Diese Konglomerate haben aber nichts mit den von Maas und früheren Autoren beobachteten, von Maas als »separiertes Material für spätere Knospenbildung« angesprochenen Organen von *Donatia lynceurium* zu tun. Sie besitzen nie eine Spongienkapsel, und niemals vereinigen sich in ihrem Innern die einzelnen Zellen zu größeren Klümpchen. Ich betrachte diese Gebilde lediglich als eine besondere Art der Verteilung von Granulazellen in der Rinde von *Donatia maza*.

Maas beschreibt bei *Donatia lynceurium*, daß die Knospen sich in völlig solidem Zustand vom Muttertier loslösen, und meine Untersuchungen haben bei *Donatia ingalli* ganz dasselbe ergeben. Bei *Do-*

Fig. 28.

natia maza tritt jedoch schon eine ziemlich erhebliche Zeit vor der Loslösung eine Ausprägung von Hohlräumen auf. Schon ehe die radiäre Anordnung der Nadeln erreicht ist, kann man dicht unter der Oberfläche der Knospe kleine Hohlräume auftreten sehen. Mit fortschreitender Entwicklung werden diese Hohlräume größer (Fig. 28). Sie sind schließlich rund um die Knospe verteilt, nur in der Nähe des Stieles fehlen sie. Oft trennt nur eine ganz dünne Schicht von Epithelzellen die



Hohlräume von der Außenwelt. Eine Lage von typischen Epithelzellen kleidet die Hohlräume aus (Fig. 33). Auf dieser Figur sind Wände zweier großer Hohlräume abgebildet; in der sie trennenden Gewebsschicht liegt ein weiterer sehr kleiner Hohlraum, der auch mit Epithel ausgekleidet ist. Diese Beobachtung stimmt mit der von Deszö bei *Donatia lynceurium* gemachten überein. Dieser schreibt, Knospen von 1 mm Durchmesser seien solide, während solche von 2 mm Durchmesser Hohlräume, die von Epithelzellen ausgekleidet seien, besäßen.

So zeigen die Vorgänge bei der Knospung doch recht beträchtliche Unterschiede zwischen den beiden nahe verwandten *Donatia*-Arten. Die histologischen Verschiedenheiten, die sich bei der Entwicklungsgeschichte der beiden Formen feststellen lassen, sind möglicherweise von größerer Bedeutung für die systematische Unterscheidung, da seit-

her, wie bei der überwiegend größten Mehrheit der Schwämme, nur die Verschiedenheiten des äußeren Habitus und der verschiedenen Nadelarten bzw. deren Lagerung zugrunde lag.

Im Jahre 1879 fand F. E. Schulze in Exemplaren von *Spongelia pallescens* des Adriatischen Meeres zwei symbiotisch lebende Algenarten: *Callithamnion membranaceum* und eine neue Oscillarie, die er *Oscillaria spongeliae* benannte (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 32. 1879). Gomont (M. Maurice Gomont, Monographie des Oscillariées 1893) stellte diese Oscillarie zur Gattung *Phormidium* unter dem Namen *Phormidium spongeliae*.

In einer ganzen Anzahl von Exemplaren von *Donatia maxima* aus St. Thomé fand ich große Mengen von Schizophyceen, und zwar von

Fig. 29.



Fig. 30.



Oscillarien, wie mir Herr Dr. Schmidt vom Marburger botanischen Institut bestätigte, dem ich auch an dieser Stelle für seine lebenswürdigen Bemühungen bestens danken möchte. Da meines Wissens weder vor noch nach F. E. Schulze Oscillarien in Schwämmen gefunden wurden, dürfte ein kurzes Eingehen auf meine Befunde berechtigt sein.

Die Algen liegen oft in wirren Haufen im Schwammgewebe. Oft liegen sie so dicht, daß man vom Gewebe des Schwammes nichts mehr erkennen kann. Besonders häufig findet man sie in der Rindenschicht und dort wieder am zahlreichsten in der äußeren. Im Mark des

Schwammes finden sie sich nur vereinzelt. Wie Fig. 29 zeigt, sind auch die Knospen oft dicht von den Oscillarien durchsetzt. Sie werden offenbar bei der Knospenbildung aus dem Muttertier mit übernommen. Durch Querwände, die deutlich erkennbar sind, sind die z. T. recht langen Fäden in einzelne scheibenförmige Zellen geteilt. In den Zellen kann man unschwer, allerdings nicht deutlich umgrenzt, den Centrialkörper erkennen. Einzelne Glieder der langen Fäden sind sehr häufig in Teilung begriffen (Fig. 30 u. 31). Außerdem findet man in großer Menge die für diese Schizophyceen charakteristischen Fortpflanzungskörper, die Hormogonien (Fig. 30).

Fig. 31.



Fig. 33.



Fig. 32.



Ob es sich bei diesen Oscillarien um eine schon bekannte oder eine noch unbekannte Species handelt, vermag ich nicht anzugeben. Beschreibung und Abbildungen von F. E. Schulze und Gomont von *Phormidium spongeliae* stimmen jedoch mit der meinigen so sehr überein, daß ich die von mir gefundene Form wenigstens zur Gattung *Phormidium* stellen zu dürfen glaube. Nach den Angaben von Kirchner (in: Engler-Prantl, *Natürliche Pflanzenfamilien*, I. Teil, 1a und 1b Abt. 1900) besitzen die Formen der Gattung *Phormidium* eine Gallertscheide. Da weder F. E. Schulze bei seiner Form eine Gallertscheide beschreibt, noch ich bei der meinigen eine solche nachzuweisen vermag, so ergibt sich die Frage, ob die bei freiem Vorkommen Scheiden besitzenden Oscillarien diese Scheiden bei den veränderten Lebens-

bedingungen in dem tierischen Gewebe verlieren. Die zahlreichen Teilungszustände der Oscillarien und das häufige Vorkommen von Hormonien beweist, daß sich die Algen in normalem Zustande befinden, also in ihnen zuträglichen Verhältnissen leben. Andererseits ist auch das Schwammgewebe durchaus intakt. Dieser Umstand scheint mir dafür zu sprechen, daß es sich hier um ein symbiotisches Zusammenleben handelt. Diese Lebensweise ist möglicherweise nicht ohne Einfluß auf die Oscillarie (siehe auch F. G. Kohl, Über die Organisation und Physiologie der Cyanophyceenzelle, 1903).

Der Verfasser der vorstehenden und der in Nr. 6, Bd. 45 des Zool. Anz. veröffentlichten Arbeit (geb. 29. Juli 1889 in Gießen) betrieb seine naturwissenschaftlichen, besonders zoologischen Studien, an den Universitäten Gießen, Kiel und Marburg, sowie an der Biologischen Station auf Helgoland. Am 8. Juli 1914 legte er die mündliche Doktorprüfung in Marburg ab, und trat bei Kriegsausbruch Anfang August als Kriegsfreiwilliger beim Hessischen Inf.-Regt. Nr. 116 (Kaiser Wilhelm) in Gießen ein. — Am 8. Oktober rückte er mit der Ersatzkompagnie zu seinem Regiment ins Feld, voll hoher Begeisterung und freudiger Zuversicht, die aus allen seinen in die Heimat gelangten Nachrichten herausklang. Bei den schweren Kämpfen des 18. Armeekorps westlich von Roye wurde das Regiment 116 vom 31. Oktober bis 2. November zu mehrfachem Sturmangriff auf das Dorf Le Quesnoy angesetzt, wo er bei einem nächtlichen Angriff in der Frühe des 1. November beim Vorstürmen und Überspringen eines feindlichen Schützengrabens zuletzt gesehen wurde. Seitdem konnten wir, wie seine Angehörigen, keine weiteren Nachrichten mehr von ihm, oder über ihn, erhalten. Sollten wir ihn nicht wiedersehen, wie nach allen vergeblichen Erkundigungen mit schmerzlichem Bedauern anzunehmen ist, so werden wir ihm allzeit ein treues Andenken bewahren.

E. Korschelt.

Literaturverzeichnis.

- Baer, Leop., Silicispongien von Sansibar, Kapstadt und Papete. Arch. f. Naturgesch. Bd. 72. I. 1906.
- Bowerbank, J. S., On the Anatomy and Physiology of the Spongiadae. 1862.
- A monograph of the British Spongiadae. 1864.
- Contributions to a General History of the Spongiadae. Proceedings of the Zool. Society of London. 1872.
- Carter, H. J., Contributions to our knowledge of the Spongiadae. Pachytragida. Ann. Mag. Nat. Hist. Bd. 11. 1883.
- Delage, Y., Embryogénie des éponges. Arch. de zool. expérim. II. série. Bd. X. 1892.
- Deszö, B., Die Histologie und Sprossenentwicklung der Tethyen. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XVI. 1879.

- Deszö, B., Fortsetzung der Untersuchungen über *Tethya lyncurium autorum*.
Ibid. Bd. XVII. 1879—1880.
- Hentschel, E., Die Kiesel- und Hornschwämme der Aru- und Kai-Inseln. Abh.
d. Senckenb. Naturf. Ges. 34. Bd. 1912.
- Korschelt u. Heider, Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte. Allgem. Teil.
4. Lief. 2. Hälfte. 1910.
- v. Lendenfeld, R., Die Clavulina der Adria. Nova Acta Leop.-Carol. Bd. 69.
1896.
- *Tetrazonia*. Das Tierreich. 19. Lief. 1903.
- *Tetrazonia*. Ergeb. d. deutsch. Tiefsee-Exped. 1907.
- Lindgren, N. G., Beitrag zur Kenntnis der Spongienfauna des malaiischen Archi-
pels und des chines. Meeres. Zool. Jahrb. System. Abt. Bd. 11. 1898.
- Maas, O., Die Metamorphose von *Esperia lorenzi*, nebst Beobachtungen an andern
Schwamm-Larven. Mitt. Zool. Station Neapel. Bd. X. 1892.
- Die Auffassung des Spongienkörpers und einige neuere Arbeiten über
Schwämme. Biol. Centralblatt Bd. XII. 1892.
- Die Embryonalentwicklung und Metamorphose der Cornacuspongien. Zool.
Jahrb. Morph. Abt. Bd. VII. 1894.
- Die Entwicklung der Spongien. Zool. Centralblatt. V. Jahrg. 1898.
- Über Entstehung und Wachstum von Kieselgebilden bei Schwämmen. Sitzber.
math.-phys. Kl. Münch. Akad. d. Wiss. Bd. 30. 1900.
- Porifera. Zool. Jahresber. Zool. Stat. Neapel. 1901.
- Die Knospenentwicklung der *Tethya* und ihr Vergleich mit der geschl. Fort-
pflanzung der Schwämme. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 70. 1901.
- Zur Entwicklung der Tetractinelliden: die Metamorphose v. *Placina mono-*
lopha. Verh. deutsch. Zool. Ges. Vers. 19. 1909.
- Über Involutionerscheinungen bei Schwämmen und ihre Bedeutung für die
Auffassung des Spongienkörpers. Festschrift Hertwig. III. Bd. 1910.
- Über Nichtregeneration bei Spongien. Arch. f. Entwicklungsmechanik.
Bd. 30. 1910.
- Merejkowsky, C., Etudes sur les éponges de la Mer blanche. Mémoires de
l'Acad. d. scienc. de St. Pétersbourg. 1878.
- Réproduction des éponges pur bourgeonnement extérieur. Arch. de zool.
expérim. Sér. I. Bd. VIII. 1879—1880.
- Metschnikoff, E., Beiträge zur Morphologie der Spongien. Zeitschr. f. wiss.
Zool. Bd. 27. 1876.
- Spongologische Studien. Ibid. Bd. 32. 1879.
- Minchin, E. A., Sponge-Spicules. Ergeb. Fortschr. Zool. Bd. 2. 1909.
- The Porifera in Lancaster. Treatise on Zool. 1900.
- Schmidt, O., Die Spongien des adriatischen Meeres. 2. Suppl. 1866.
- 3. Suppl. Die Spongien der Küste von Algier. 1868.
- Zur Orientierung über die Entwicklung der Spongien. Zeitschr. f. wiss. Zool.
Bd. 25. 1875. Suppl.
- Schulze, F. E., Untersuchungen über den Bau und die Entwicklung der Spongien.
Zeitschr. f. wiss. Zool. 1875—1881.
- Selenka, E., Über einen Kieselschwamm von achtstrahligem Bau und über die
Entwicklung der Schwammknospen. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 33. 1880.
- Sollas, W. J., Report on the Tetractinellida. Challenger Report. Zool. Bd. 25.
1888.
- Thiele, Joh., Kieselschwämme von Ternate I. u. II. Abh. d. Senckenb. Naturf.
Ges. Heft 1 u. 4. 1903.
- Topsent, E., Etude monographique des spongiaires de France. III. Monaxonida.
Arch. de zool. expérim. III. série. Vol. VIII. 1900.
- Vaillant, L., Note sur la vitalité d'une éponge de la famille des Corticata, la *Tethya lyncurium*.
Compte rendu Acad. des Sciences Bd. LXVIII. 1809.
- Vasseur, G., Réproduction asexuelle de *Leucosolenia botryoides*. Arch. de zool.
expérim. Tome VIII. 1879 u. 1880.
- Vosmaer, G. C. J., Porifera. Bronns Klassen und Ordn. d. Tierreichs. 1887.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zoologischer Anzeiger](#)

Jahr/Year: 1914

Band/Volume: [45](#)

Autor(en)/Author(s): Eichenauer Ernst

Artikel/Article: [Die feineren Bauverhältnisse bei der Knospentwicklung der Donatien. 360-377](#)