

Über die Bildung des Achsenskelets von *Corallium*.

Von

Dr. Robert Müller (Elberfeld).

Mit 4 Textfiguren.

Im Jahre 1908 zeigte mir Herr Professor G. v. Koch in einem Präparate, einem Querschliff durch die Spitze eines Stockes der rothen Koralle, die verkalkte Achse von einer wie ein Epithel aussehenden Zellschicht umgeben. Er überließ mir das Präparat mit der Aufforderung, diese Sache weiter zu verfolgen und namentlich die Entstehung dieses Epithels und seine Beziehung zum Skelet festzustellen.

Bei den Alcyonarien lässt sich ganz allgemein ein Ectoskelet und ein Mesoskelet unterscheiden; beide sind das Ausscheidungsproduct von Zellen und entstehen entweder im Zelleibe oder an der Zelloberfläche. Die Mutterzellen der Skelete sind ursprünglich Ectodermzellen; je nachdem diese ihre primäre Lage beibehalten oder später in das Mesoderm eingewandert sind, kommt es zu einer ectodermalen oder mesodermalen Skeletbildung. Über die Bedeutung des Entoderms für die Skeletbildungen der Alcyonarien liegt eine Angabe Wilson's (1883 p. 768, 776) vor, der in Entodermzellen von *Renilla* Spicula auffand; ein Achsenepithel bei Pennatuliden wurde zuerst von G. v. Koch (1878) nachgewiesen, welcher auch die Entstehung derselben aus Entodermzellen wahrscheinlich machte.

Das ectodermale Skelet wird bei den Alcyonarien stets in zusammenhängenden Flächen ausgeschieden, liegt also der es erzeugenden Zellschicht dicht an. Wenn es sich auf der Außenseite der Polypen und ihrer Verbindungsstücke findet, so bildet es eine schützende Hülle und lässt sich als Außenskelet oder Hüllskelet bezeichnen. Es besteht aus mehr minder deutlich geschichteter Hornsubstanz, in welcher anorganische

Salze, in erster Linie CaCO_3 , sich ablagern können. Die Skelettbildung ist auf ein solches Hüllskelet beschränkt bei *Cornularia cornucopiae*, sie kommt neben mesodermaler Skelettbildung z. B. wohl bei allen Mittelmeerformen von *Clavularia*, bei dem Subgenus *Ceratocaulon* IUNGENSEN aus der Familie der Xeniden und bei manchen Telestinen vor. Dieses Ectodermskelet kann auch von einem von der Basis aus nach innen wachsenden Epithel ausgeschieden werden, so dass es als innere Stütze oder Achse auftritt und dann als Achsenskelet zu bezeichnen ist, und dies ist der Fall bei den Gorgoniden.

Das mesodermale Skelet wird ursprünglich immer von einzelnen kristallinen Körpern von wechselnder Größe und Gestalt, den Skleriten oder Spicula, gebildet. Sie bestehen aus einer organischen Grundsubstanz mit eingelagertem CaCO_3 . Ihre Bildung erfolgt in Zellen, welche, ectodermalen Ursprunges, in's Mesoderm verlagert sind. Die Mutterzelle wird zu einer Scheide organischer Substanz reducirt, welche den Skleriten umgibt; oft ist diese Scheide so fein, dass sie sich kaum nachweisen lässt, oder sie verschwindet ganz (z. B. *Tubipora*), bei anderen Formen ist sie stark verdickt und zeigt concentrische Schichtung, wie dies G. v. KOCH (1881) zuerst bei *Clavularia prolifera*, die eine Telestine ist und also als *Telesto prolifera* zu bezeichnen wäre, eingehend feststellte.

Ectodermale und mesodermale Skelettbildungen können getrennt und combinirt vorkommen, und es ergeben sich durch die verschiedenen Entwicklungen derselben und ihre Combinationsmöglichkeit recht wechselnde Verhältnisse, welche zwar noch keineswegs in allen Einheiten erschöpfend bekannt sind, über welche sich aber ganz vorwiegend durch die Untersuchungen G. v. KOCH's ein Überblick gewinnen lässt.

Bei *Corallium* ist nun ein festes zusammenhängendes Achsenskelet vorhanden, von dem G. v. KOCH (1882) folgendes angibt: »diese festen Kalkmassen entstehen aus einzelnen Spicula in der Art, dass zwischen denselben neue Kalksubstanz sich einlagert und sie dadurch mit einander fest verkittet werden. Dass dabei die Spicula keine Umgestaltung erleiden, lässt sich am leichtesten an Querschliffen von *Corallium rubr.* demonstrieren. Man sieht dort deutlich die vorher freien rothen Spicula ohne jegliche Veränderung in Form und Farbe in der weißen Kittsubstanz eingebettet«. Darüber, wie diese Verkittung zu Stande komme, ließ sich nur durch eine darauf gerichtete Untersuchung eine Entscheidung treffen; es bestanden von vornherein zwei Möglichkeiten: entweder konnte die Bildung des zusammenhängenden Achsenskeletes in der Weise erfolgen, dass die Mesodermspicula nach völligem Zugrundegehen ihrer Scheiden mit einander verschmelzen, oder die Bildung der Kittsubstanz erfolgte

von anderen Zellen aus. Die Entscheidung für diese zweite Möglichkeit ist schon darin enthalten, »dass die vorher freien rothen Spicula ohne jegliche Veränderung in der Kittsubstanz eingebettet sichtbar sind«. Es fragte sich nun, von welchen Gewebeelementen die Verkittung erfolge und die Lösung dieser Frage wurde bereits durch die (noch nicht veröffentlichte) Feststellung eines Achsenepithels bei *Corallium* von G. v. KOCH wahrscheinlich gemacht.

Das Achsenepithel von *Corallium* ist keineswegs sehr auffällig und auch nicht besonders gut distinct färbbar, worin wohl der Grund liegt, dass es von den früheren Untersuchern der rothen Koralle stets übersehen worden ist. Es besteht aus einer continuirlichen einzelligen Epithelschicht. Die Einschichtigkeit ist nicht immer leicht zu erkennen, da an Stellen, wo das Epithel rascher wächst, die Zellen sich dichter zusammendrängen und dabei scheinbar über einander schieben. Die Zellen sind im Mittel 4 Miera lang und 3 Miera breit und platt, bezw. in Quer- und Längsschnitten von der Seite gesehen spindelförmig. Der Zellkörper ist mit stark lichtbrechenden bräunlichen Körnchen gefüllt, welche namentlich in schwach gefärbten entkalkten Schnitten den Kern nur undeutlich hervortreten lassen. Die Oberfläche des Achsenskelets stellt sich auf entsprechenden Schliffpräparaten mit einer stark gezackten Conturlinie dar, und zwar haben diese Zacken vielfach eine gewisse Fischeschwanzform (nur breiter an der Basis), andere sind einfache niedrige Spitzhöcker. Das Epithel schließt sich dieser Conturlinie dicht an, so dass es den Vorsprüngen und Vertiefungen derselben folgt.

Wenn nun nach diesem histologischen Befund dies Epithel als skeletbildendes Achsenepithel aufzufassen ist, so folgt, dass es an der Skeletbildung in der Weise theilhaftig ist, dass es den kohlensauren Kalk an seiner Basis ausscheidet, secernirt. Dieser Vorgang verläuft also in allen wesentlichen Punkten wie die Skeletbildung der Madreporaria. Das Calciumcarbonat wird vom Zelleib in gelöster Form aufgenommen und in fester Form ausgeschieden. Davon, dass eine Ausscheidung von festem CaCO_3 bereits in der Zelle erfolge und dass diese dann in Körnchenform von der Zelle eliminirt würde, eine Möglichkeit, die je nach der Analogie der corpusculären Secretion der meisten Drüsen nicht von vornherein abzulehnen war, konnte ich mich überzeugen. Auch die refringenten Körner im Zellkörper bestehen sicher nicht aus CaCO_3 , da sie im entkalkten Schnitt oder Schliff am besten zu erkennen sind. Ebenso wenig sind die Zellen irgendwie an der Skeletbildung in der Weise theilhaftig, dass der Zellkörper durch Einlagerung von CaCO_3 zu Grunde ginge und mit dem Skelet verschmelze; die einzige aus dem Befund ableitbare Auffassung

ist demgemäß die, dass die Bildung des CaCO_3 als echter Secretionsvorgang verlaufe. Nach außen wird das Achsenepithel von einer Mesodermmlamelle überlagert, welche ziemlich homogen ist; in dieser liegen auch zerstreut, stellenweise dichter, stellenweise weniger dicht, die mesodermalen Spicula, die Skleriten. Wo diese Mesodermmlamelle unter der Gastralhöhle eines

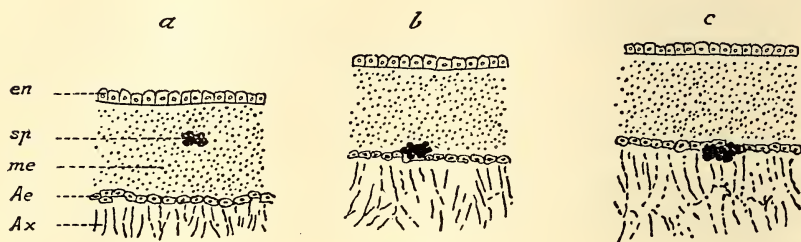


Fig. 1.

Die Verschmelzung eines mesodermalen Spiculums mit dem Achsenskelet. Leicht schematisirt. Vergr. 100. — *Ae* Achsenepithel. *Ax* Achsenskelet. *me* Mesoderm. *sp* Spiculum. *en* Entoderm. In *a* liegt das Spiculum im Mesoderm; in *b* berührt es das Achsenepithel und drängt dessen ihm benachbarte Zellen auseinander; in *c* schließen sich die Achsenepithelzellen über dem Spiculum wieder zusammen.

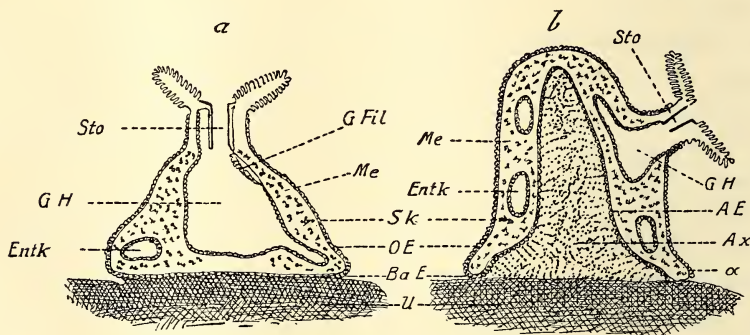


Fig. 2.

Anfang der Achsenskeletbildung. Längsschnitte, schematisirt. In *a* ein einzelner, aus einer Larve hervorgegangener Polyp vor Beginn der Achsenskeletbildung; in *b* junger Busch mit Achsenskeletanlage. — *AE* (in *b*) Achsenepithel. *Ax* (in *b*) Achsenskelet. *BaE* Basalepithel. *Entk* Entodermkanäle (Stolonienbildung). *GFil* (in *a*) Gastralfilament. *GH* Gastralhöhle des Polypen. *Me* Mesoderm. *OE* Oberflächenepithel. *Sk* Skleriten. *Sto* Stomodaeum. *U* Unterlage (Austernschalen). *a* Partie der Zeichnung, welcher Fig. 3 bei stärkerer Vergrößerung entspricht.

Polypen liegt, fehlen im Allgemeinen die Mesodermspicula oder sind nur ganz spärlich vorhanden; auf die Mesodermspicula selbst, ihre Form, Größe und Entstehung hier einzugehen, würde zu weit führen; nur soviel ist zu erwähnen, dass sie in Zellen entstehen und von Scheiden, die aus den Spiculamutterzellen hervorgegangen sind, eingeschlossen im Mesoderm liegen; schließlich sind diese Scheiden nicht mehr als scharf abgegrenzte

Gebilde nachweisbar. Es wurde nun bereits erwähnt, dass diese Mesoderm-spicula in die Bildung des Achsenskelets einbezogen werden. Dies findet in der Weise statt, dass das Achsenepithel durch die Mesodermspicula auseinandergedrängt wird. Durch die vom Achsenepithel ausgehende Kalkab-scheidung findet das

Dickenwachstum der Achse statt. Berührt dieses Epithel nun einen Skleriten, dann weichen die benachbarten Epithelzellen aus ein-ander, und der Skle-rit kommt mit dem Achsenepithel in Be-rührung. Durch die fortschreitende Kalk-ausscheidung von

Seiten des Epithels wird dann der Sklerit in die Achse einbezogen, und das Epithel schließt sich wieder über ihm zusammen.

Auf Schliffpräparaten lassen sich noch die eingekitteten Skleriten durch ihre Farbe und auch durch ihre Form von der helleren krystal-linischen Kittsubstanz, welche von dem Achsenepithel ausge-schieden wurde, unterscheiden.

Im Vorhergehenden wurde nun diese epitheliale Zellage fortgesetzt als Achsenepithel be-zeichnet; zunächst geschah dies auf Grund des histologischen Bildes, welches eben das eines Epithels ist. Nun kann ein solches Achsenepithel verschie-

dene Herkunft haben: so leitet es sich vom Entoderm bei den Pen-natuliden ab; es könnte möglicherweise auch sekundär aus dem Mesoderm gebildet werden, wobei dann die Zellen ursprünglich Ectodermellen wären und es kann schließlich direct vom Ectoderm ableitbar sein.

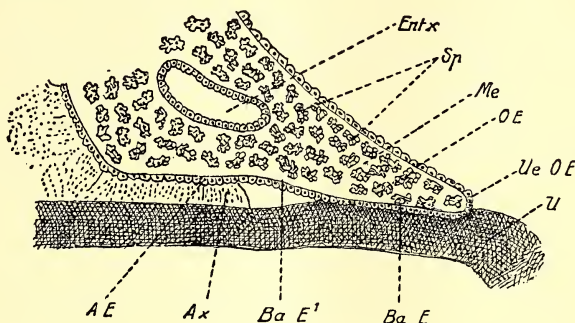


Fig. 3.

Stelle aus einem Längsschliff, den Übergang des Oberflächenepithels in das Basal- und Achsenepithels zeigend. Vergrößerung etwa 100. Nach einer mit dem Abbe'schen Zeichenapparat hergestellten Zeichnung von einem Schliffpräparat mit unwesentlichen Veränderungen gezeichnet. — AE Achsenepithel. Ax Achsenskelet. BaE Basalepithel. BaE' das Basalepithel von der Unterlage abgehoben (wohl infolge der Fixirung). Entk Entodermkanal (Stolonenbildung). Me Mesoderm. OE Oberflächenepithel. Sp Mesodermale Spicula. U Unterlage (Serpularöhre). UeOE Übergangsstelle des Oberen Flächenepithels in das Basalepithel.

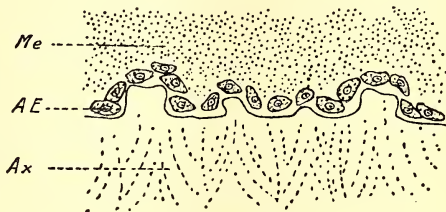


Fig. 4.

Achsenepithel nach einem Schliffpräparat von Prof. G. v. Koch. Oc. I. Obj. Immersion $\frac{1}{12}$ (Leitz) vergr. 500. — Ax Achsenskelet. AE Achsenepithel. Me Mesoderm.

Im vorliegenden Falle nun erweist es sich ontogenetisch als ectodermalen Ursprunges, und zwar liegen hier die Verhältnisse genau wie bei den Gorgoniden. Wenn die Larve, die aus einem Ei hervorgegangen ist, sich festgesetzt hat, dann wandelt sie sich zunächst in einen Einzelpolypen um, der eine intensive Bildung von Mesodermspicula und von Stolonen zeigt. Dieser sitzt mit einer Epithelfläche der Unterlage auf, und dieses Epithel beginnt Kalk auszuschcheiden; unter Umständen kann, noch bevor es von den Stolonen aus zur Bildung von Tochterpolypen kommt, die erste Anlage des Achsenskelets bereits erfolgt sein.

Betrachtet man einen Längsschliff eines solchen jungen Polypen, dann sieht man, wie das Achsenskelet mit seiner Unterlage innig zusammenhängt und durch keine Zellschicht von dieser getrennt wird. In Fig. 3 ist ersichtlich, wie das äußere Epithel in das Basalepithel übergeht. Dieses hat an seiner Peripherie noch nicht mit der Kalkausscheidung begonnen, sondern liegt als Basalepithel der Unterlage an, etwas weiter medialwärts hat es sich von der Unterlage abgehoben (wohl infolge der Fixirung als Artefact) und erst noch weiter medialwärts beginnt zunächst als dünne Platte die Ausscheidung des Achsenskelets.

Der Nachweis eines Achsenepithels bei *Corallium* ist deshalb von Wichtigkeit, weil dadurch dessen Zugehörigkeit zu den Gorgoniden bewiesen wird, und zwar bestehen vermuthlich die nächsten Verwandtschaftsbeziehungen zu *Isis*, wozu auch *Corallium* früher gerechnet ward. Solange der Nachweis der Achsenskeletbildung unter Bethheiligung eines Achsenepithels nicht erbracht war, war diese Einordnung, wie sie sich beispielsweise bei MILNE-EDWARDS findet, nicht mehr begründet, nachdem G. v. KOCH diese Art der Skelettbildung als Merkmal der Ordnung Gorgonacea festgestellt hatte, ebensowenig wie es nach unseren gegenwärtigen Anschauungen gerechtfertigt ist, *Briareum* als zu den Gorgoniden gehörig zu betrachten. Auch bei diesem Genus kommt ein Achsenskelet vor, es wird aber in ganz anderer Weise gebildet und besteht ausschließlich aus dicht bei einander liegenden Mesodermspicula.

Das Ergebnis dieser Untersuchung lässt sich dahin zusammenfassen: *Corallium* besitzt ein Achsenepithel ectodermaler Herkunft; darin stimmt es mit den Gorgoniden überein. Das Achsenskelet wird durch Ausscheidung krystallinischer Kalkmassen gebildet, wodurch eine Verkittung der mesodermalen Spicula zu Stande kommt. Die Vereinigung der letzteren mit dem Achsenskelet findet durch ein Auseinanderweichen der benachbarten Zellen des Achsenepithels statt, welche sich consecutiv wieder zusammenschließen.

Citirte Literatur.

- Koch, G. von (1878). Das Skelet der Alcyonarien. in: Morph. Jahrb. Bd. 4 p 447—477
[speciell p. 461—464, 466].
- (1881). Anatomie der *Clavularia prolifera* n. sp. nebst einigen vergleichenden Bemerkungen. ibid. Bd. 7 p 467—487.
- (1882). Die morphologische Bedeutung des Korallenskelets. in: Biol. Centralbl. Bd. 2 p. 583—593.
- Wilson, E. B. (1883). The development of *Renilla*. in: Phil. Trans. London Vol.174 p 723—815 T 52—67.
-

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mittheilungen aus der Zoologischen Station zu Neapel](#)

Jahr/Year: 1910-1913

Band/Volume: [20](#)

Autor(en)/Author(s): Müller Robert

Artikel/Article: [Über die Bildung des Achsenskelets von Corallium. 101-107](#)