

Die ungeschlechtliche Vermehrung (Knospung und Stockbildung)

von

M a d r e p o r a.



Von

G. v. Koch.



Mit 6 Zinkhochätzungen und einer Tafel in Lichtdruck.

Nach der Fischersage sind die Korallen lebendige Pflanzen, welche im Meerwasser weich und beweglich sind, aber sofort zu Stein erstarren, wenn man sie aus ihrem Element in die Luft bringt. Wenn uns nun auch die anatomische und physiologische Untersuchung gelehrt hat, daß wir es hier mit echten Tieren zu thun haben, die Mund und Magen, Muskeln und Nerven besitzen, so können wir doch auch heute die große Ähnlichkeit zwischen den Korallen und den höheren Pflanzen nicht verkennen und finden diese sogar angedeutet in dem wissenschaftlichen Namen Anthozoa, welcher Blumentiere, und Zoophyta, welcher Tierpflanzen oder Pflanzentiere bedeutet. Diese Ähnlichkeit ist nicht bloß eine ganz äußerliche, sondern sie ist begründet durch Übereinstimmung in der Art des Wachstums resp. der Fortpflanzung. Es geht nämlich bei der Koralle, wie bei der Pflanze, aus dem Ei ein einfacher Organismus hervor, dieser vermehrt sich durch Knospenbildung und indem die Knospen mit dem primären Polypen oder im anderen Fall mit der Keimpflanze verbunden bleiben, entsteht eine Kolonie oder ein Stock. Sowohl Form als Aufbau der Stöcke ist bei den einzelnen Korallen sehr verschieden und nicht nur für größere und kleinere systematische Gruppen charakteristisch, sondern auch häufig bestimmend für Bau und Functionen der Einzeltiere, daraus erklärt sich die Wichtigkeit ihrer richtigen Erkenntnis für den Korallenforscher.

Die vorliegende Arbeit giebt eine Schilderung der Knospung bei einer sechszähligen Steinkoralle und es möge des leichteren Verständnisses wegen gestattet sein, den speziellen Angaben eine kurze Schilderung der Anatomie eines möglichst einfach gedachten Einzelpolypen vorzuschicken. Ein solcher besteht, so lange ein Skelett noch nicht angelegt ist, aus einem geschlossenen, mehr oder

weniger cylindrischen oder konischen Schlauch, der mit einem Ende auf dem Boden aufsitzt. Der am Boden anliegende Teil der Schlauchwand heist Bodenwand, der dem Cylindermantel entsprechende Leibeswand, der dem angehefteten Ende gegenüberliegende, wie dieses abgeplattete, Mundscheibe. An dem Rand der Mundscheibe, wo diese in die Leibeswand übergeht, befinden sich Ausstülpungen von konischer Gestalt, die Tentakel, und in deren Mitte eine Öffnung, der Mund, von dem ein beiderseits offenes Rohr, der Schlund, in die Höhlung des Schlauches, die Darmhöhle, hineinführt und letztere mit der Außenwelt verbindet. Zwischen dem Schlund und der Leibeswand, nach oben an der Mundscheibe, nach unten an der Bodenwand festgeheftet, sind zwölf (oder in einer Mehrzahl von zwölf resp. sechs) radiale Scheidewände, parietes, ausgespannt, welche die Darmhöhle in zwölf oder mehr nur im Centrum mit einander in Verbindung stehende Kammern teilen. Die Scheidewände besitzen eine kräftige Längsmuskulatur, welche die Zusammenziehung der Polypen vermittelt; diese ist nicht an allen Scheidewänden gleichmäfsig angeordnet, sondern befindet sich, wenn zwölf Scheidewände vorhanden sind, an zwei einander gegenüberliegenden Paaren an der von einander abgewendeten, an den übrigen vier Paaren an den zugewendeten Flächen¹⁾. Das Skelett baut sich bei den uns hier speziell interessierenden Formen auf folgende Weise auf: zuerst entsteht als Ausscheidung der Bodenwand, zwischen ihr und der Unterlage, eine kristallinische Kalkscheibe, die Boden- oder Basalplatte²⁾. Auf dieser erheben sich radial gestellte Leisten, Septa, die durch ihr Wachstum die Bodenwand zwischen je zwei Parietes in Form von Falten in die Magenöhle hineindrängen. Später werden die Septen an ihren peripherischen Enden durch neue Aus-

1) Man vergleiche G. v. Koch, Notizen über Korallen, Morph. Jahrbuch Bd. VI. Genaues über die Weichteile, auch über die hier als nicht zum Verständnis des folgenden nötigen, unberücksichtigt gebliebenen Filamente, Generationsorgane etc. vgl. neben den neueren Handbüchern die Arbeiten von Fowler, Jourdan, Bourne etc., über das Skelett vgl. G. v. Koch, Über das Verhältn. von Skelett und Weichteilen der Madreporen. Morph. Jahrbuch Bd. XII.

2) Die Bemerkung Ortmann's, »ein sogenanntes Fufsblatt existiert nicht als gesondertes Gebilde etc.«, entspricht der Leichtfertigkeit, die im allgemeinen die Korallenarbeiten dieses Autors auszeichnet.

scheidungen verbunden, welche dann die Mauerplatte (Innenplatte, Theca) bilden, die eine mehr oder weniger dichte Ringplatte, aboral mit der Bodenplatte in Zusammenhang, darstellt³⁾. Die äußeren Ränder der Septen ragen häufig über die Mauerplatte nach außen vor und heißen dann Rippen.

Bei der ungeschlechtlichen Vermehrung, der Knospung, werden vom jungen Polypen zuerst die Weichteile angelegt, und erst später treten die Hartteile auf, die sich immer auf, in bestimmter Richtung erfolgendes, Wachstum der Hartteile des Mutterpolypen zurückführen lassen. Daraus erklärt sich der dauernde Zusammenhang der im Laufe der Zeit entstandenen Knospen und damit die Bildung der Kolonien.

Wenden wir uns nun zu der hier speziell in Frage kommenden Gattung *Madrepora*. Die dazu gerechneten, sehr zahlreichen Korallenarten bilden Stöcke von verschiedener, oft recht ansehnlicher Größe und sind stets aus vielen Einzelindividuen zusammengesetzt, die einen Durchmesser von 2—3 mm nicht überschreiten. Jeder Polyp besitzt zwölf konische Tentakel, welche im Kreise um den Mund stehen und im Gegensatz zu den meisten übrigen Anthozoen häufig recht verschieden untereinander sind. Der Zahl der Tentakel entsprechend ist auch die der Parietes zwölf, da über jeder Interparietalkammer ein Tentakel steht. Das Skelett zeigt manche Eigenheiten. Über die Bodenplatte wissen wir nichts Bestimmtes, da Einzelpolypen oder ganz junge Stöckchen, an denen eine solche beobachtet werden könnte, noch nicht zur Untersuchung gelangt sind. Septen sind, der Zahl der Parietes entsprechend, in der Regel zwölf vorhanden, von denen aber meistens nur sechs kräftiger entwickelt, die zwischen diesen liegenden dagegen kleiner sind (von weiterer Reduktion derselben wird weiter unten noch die Rede sein). An ihrer peripherischen Hälfte spalten sich die Septen und die benachbarten sind durch dünne Kalkbrücken miteinander verbunden, so daß eine durchlöcherthe Theca entsteht, die durch spätere Auflagen mehr oder weniger solid und durch weitere Brücken häufig verdoppelt wird⁴⁾. An ihrer Außenseite ist die

3) Zur Erläuterung der vielfach, selbst von Fachleuten nicht ganz richtig verstandenen Beziehung der Skeletts zu den Weichteilen dient ein von Osterloh in Leipzig nach meinen Angaben gefertigtes Modell.

4) Man vgl. die abgebildeten Querschnitte.

Theca mit Längsrippen besetzt, die, wie schon oben erwähnt, als äußere Ränder der Septen anzusehen sind und durch deren Spaltung in ihrer Anzahl ein Mehrfaches der Septen bilden⁵⁾. Die Kolonien sind mehr oder weniger baumförmig verästelt, und es ist bei den meisten Arten ohne Schwierigkeit zu erkennen, daß diese Form der Ausdruck der Vermehrungsweise der Polypen ist. Ein Polyp wächst in die Länge, erzeugt an seiner Peripherie Seitenknospen und bildet so einen Stamm, dessen Axe seine Magenhöhle einnimmt und auf dessen Rinde die Knospen, gewöhnlich sehr regelmäsig, angeordnet stehen. Eine Verzweigung entsteht, wenn eine von den Knospen ihre Nachbarn durch Schnelligkeit des Wachstums überholt, dadurch mehr und mehr über die Gesamtoberfläche des Stammes hervorragt und schließlich an ihrer Wand wieder Knospen erzeugt. Die Knospen können in Gestalt und Zahl bedeutend variieren, und sowohl davon, als von der verschiedenen Verdickung des Skelettes durch sekundäre Ausscheidungen hängt die bald mehr cylindrische, bald mehr konische Form der Äste, sowie deren gröfsere oder geringere Dicke ab. Bei solchen Arten, die bedeutende Verdickungen zeigen, geht die ursprüngliche Form des Skeletts zum Teil verloren und besonders die Rippen wandeln sich in ein unregelmäsiges Netzwerk von Leistchen oder Körnchen um. Auch treten hier häufig, weil durch die Vergröfserung der Oberfläche die Knospen auseinanderrücken, zwischen ihnen sekundäre Knospen auf. — Die ganze Art und Weise der Stockbildung, wie sie eben geschildert wurde, läfst es leicht erklärlich erscheinen, daß zwischen den Endpolypen der Zweige und den Seitenpolypen ein gewisser Gegensatz sich geltend macht, der sich nicht bloß auf Gröfse und Form im Ganzen, sondern auch auf die Ausbildung der einzelnen Teile erstreckt. So besitzen die Endpolypen eine regelmäsig cylindrische Gestalt, einen Kreis von gleichmäsig entwickelten, oder wenigstens nur abwechselnd kleinen und grofsen Tentakeln. Die Septen sind, wenn auch nicht grofs, doch meist deutlich und bilden zwei Cyklen von je sechs, von denen der eine aus gröfseren, der andere aus kleineren besteht. Die Seitenpolypen haben dagegen eine seitlich symmetrische Form, die mit einem Schwalbennest, einem Löffel, einer Halbrinne etc. verglichen wer-

5) Man vgl. die abgebildeten Querschnitte.

den kann. Der Rand ist häufig schräg abgestutzt und von den Tentakeln⁶⁾ ist häufig nur einer gut entwickelt. Von den Septen sind oft alle, bis auf zwei, welche in der Ebene liegen, die zu gleicher Zeit durch die Längsaxe der Hauptpolypen wie der Knospe geht und letztere in zwei symmetrische Hälften teilt, rückgebildet.

Für die Untersuchung der Knospenanlage und Weiterbildung eignen sich am besten diejenigen Arten von *Madrepora*, bei denen die Verdickung der Skeletteile relativ gering ist und die Knospen nicht zu dicht aneinander stehen. Zu diesen gehört die *Madrep. echidnaea* Lmk aus dem indischen Meer, die der folgenden Schilderung der Hartteile zu Grunde liegt. Leider konnte ich von derselben oder einer ähnlichen Art kein Exemplar mit erhaltenen Weichteilen bekommen, und mußte deshalb zu deren Untersuchung weniger günstige Arten verwenden, weshalb diese auch recht unvollständig geblieben ist.

Die erste Anlage einer Knospe von *M. echidnaea* (wie eben gesagt, können hier nur die Hartteile beschrieben werden), besteht in vorspringenden Zacken, welche in gleicher Höhe ungefähr 1 mm unterhalb des Randes des Mutterpolypen auf vier nebeneinanderliegenden Rippen des letzteren sich erheben⁷⁾; sie haben ungefähr die Gestalt eines rechtwinkligen Dreiecks, dessen kürzere Kathete gegen die Mundseite des Mutterpolypen gerichtet ist, während die längere mit dem Rippenrand zusammenfällt und die Hypo-

6) Die Tentakel sind in ihren natürlichen Verhältnissen nur an lebenden ausgestreckten Tieren genauer zu studieren und daher nur von einigen Arten bekannt. (Vgl. unter anderen Klunzinger »Korallthiere des rothen Meeres« und Agassiz »Report on the Florida Reefs«.) An konservierten Exemplaren konnte ich die Tentakel ohne Schwierigkeit nachweisen, aber ihre Gestalt ist durch starke Kontraktionen sehr verändert. — Fowler konnte an *Madrep. Durvillii*, die er untersucht hat, Tentakel nicht finden, dagegen beschreibt er eigentümliche Einrichtungen in den Parietes, die einer Erklärung noch bedürfen.

7) Vier Rippen, resp. deren Zacken, habe ich in fast allen Fällen als erste Knospenanlage bei der vorliegenden Art gefunden, nur einige Male die Andeutung einer fünften, welche aber nicht mit bei dem weiteren Aufbau beteiligt war. Nur drei Zacken habe ich nicht direkt beobachtet, nach den Querschnitten zu urteilen, scheint es aber häufig vorzukommen, daß sich Knospen auch von drei Rippen aus aufbauen.

tenuse nach der Basis hinsieht (vgl. nebenstehende Figur). Der der längeren Kathete gegenüberliegende Winkel ist etwas abgerundet und bildet die Spitze der Zacke. Das Weiterwachstum erfolgt zuerst durch Verlängerung der Zackenspitze, wodurch die kürzere Kathete und die Hypotenuse des angenommenen Dreiecks sich verlängern, und zugleich der rechte Winkel in einen stumpfen übergeht. Hierauf bilden sich stäbchenförmige Verbindungen zwischen je zwei Zacken, durch die ein taschenförmiger Raum an der Außenseite der Mauer des Mutterpolypen abgegrenzt wird, der schon als



Figur 1.

kleiner Tochterkelch angesprochen werden kann. Ein solches Stadium ist etwas schematisch dargestellt auf der Tafel Fig. 4 und zwar von der Mundöffnung her gesehen. Die Löcher sind die zwischen den Stäbchen und der Mauerplatte bleibenden Lücken. Der taschenförmige Tochterkelch vergrößert sich nun durch weiteres Wachstum der Zacken, welches aber nicht auf gleiche Weise an den vier Rippen fortschreitet. Die Fortsätze der zwei mittleren Rippen verlängern sich einfach in der Richtung ihrer Spitze weiter, die der beiden äußeren verbreitern sich dagegen außerdem noch durch neue Zacken, welche sich neben ihnen erheben und mit denen sie sich, wenn eine gewisse Höhe erreicht ist, durch ebenfalls stäbchenförmige Brücken verbinden. Durch diesen Vorgang wird natürlich die freie Wand der Tasche erhöht und auch eigene Seitenwände gebildet. Dies Stadium der Knospe wird dargestellt durch die oberste und jüngste Knospe von Fig. 2. Die Seitenansicht des Mauerteils, welcher durch die Zacken einer äußeren Rippe entsteht, ist auf Fig. 8, die der Zacke einer mittleren Rippe auf Fig. 9 abgebildet. Auf der ersteren sieht man zwei sekundäre Zacken, von denen eine mit der primären durch eine dünne Brücke verbunden ist, auf Fig. 9 ist an der Zacke der Querschnitt eines der Stäbchen zu sehen, welche die vier primären Zacken mit einander verbinden. In ähnlicher Weise geht nun der Wachstumsprozess der Knospenmauer weiter vor sich, indem sich die Zacken immer weiter verlängern, die Verbindungsstäbchen sich mehren und neue Zacken auf den äußeren Rippen sich erheben. Haben die letzteren die Zahl fünf erreicht, so erheben sich in gleicher Höhe mit der jüngsten derselben auch auf den mittleren Rippen

neue Zacken und indem sie auch durch Stäbchen mit einander in Verbindung treten, bilden sie das Ergänzungsstück der Knospemauer, die jetzt einen vollständigen Cylindermantel, allerdings von sehr ungleicher Höhe, darstellt, der dem Mutterpolypen schief aufsitzt, mit der Mündung nach oben sehend. Die Außenränder der Zacken sind die Rippen der jungen Polypen. Ein solcher Tochterkelch ist abgebildet von oben und von der Seite gesehen auf Fig. 5 und 6 (etwas schematisiert), eine demselben Studium entsprechende mittlere Rippe mit ihren beiden Zacken Fig. 10⁸⁾.

Von nun an geht die Längenzunahme der Knospe eine Zeit lang in gleichmäßiger Weise vor sich, worauf dann ein Vorausschieben des, in bezug auf die Hauptaxe des Mutterpolypen, peripherischen Teils der Mauer und schliesslich nahezu vollständiger Stillstand erfolgt, der nur dann ausbleibt, wenn die Knospe zum Zentralpolypen (dieser Ausdruck dürfte den gewöhnlich gebrauchten »Endpolypen oder Endkelch« vorzuziehen sein), eines neuen Zweiges sich aufschwingt. Während des Längswachstums der Knospe machen sich noch weitere Veränderungen geltend. So ist vor allem bemerkenswert das deutliche Hervortreten von sechs Septen, die, wie leicht zu sehen, nur die etwas weiter nach innen vorragenden Ränder von ursprünglichen »Zacken« sind, die nach außen als Rippen erscheinen⁹⁾. Von diesen sechs Septen sind die beiden in der Symmetrieebene liegenden immer viel stärker entwickelt als die übrigen, an den älteren Knospen sind sie sogar, nach der Basis zu, in der Regel mit einander verschmolzen; man kann sie deshalb Hauptsepten nennen. In vielen Knospen sind neben den sechs genannten noch zwei Septen deutlich, wenn auch diese an Gröfse selten erreichend, welche in den Räumen zwischen dem äußeren Hauptseptum und den zwei benachbarten stehen, sie repräsentieren einen zweiten Cyklus, der erst dann vollzählig wird,

8) Vgl. auch Fig. 4, die in der Ansicht von oben verschiedene junge Knospen zeigt. Die links etwas nach unten stehende ist dieselbe, wie die oberste auf der Seitenansicht Fig. 2.

9) Wegen des Aussehens von Knospen in verschiedener Entwicklung ist Fig. 4—3 der Tafel zu vergleichen. Die letzte Figur stellt eine ausgebildete, aber noch wenig verdickte Knospe in der Seitenansicht dar, und ist auf derselben deutlich zu bemerken, wie eine ganze Reihe ihrer Rippen von einer Rippe des Mutterpolypen entspringen.

wenn die Knospe ein Zentralpolyp werden sollte. Eine zweite Veränderung während des Wachstums ist die Verdickung der Mauer. Diese nimmt von der Basis an ihren Ausgang, indem durch Auflagerung neuer Kalkschichten, die ursprünglich nur ganz schmalen Stäbchen sich verbreitern und dadurch sich die oben geschilderten rundlichen Löcher bald vollkommen schliessen und zuletzt nur noch dicht unter dem oberen Knospenrand erhalten bleiben. Durch den gleichen Prozess werden die Rippen mehr und mehr erhöht und durch das Auftreten von Verbindungsstäbchen zwischen ihnen, außerhalb der schon gebildeten Mauer, entsteht eine zweite, unvollständigere Mauer, die mit der ersten später mehr oder weniger verschmilzt. An älteren Knospen verlieren auch die Rippen ihre

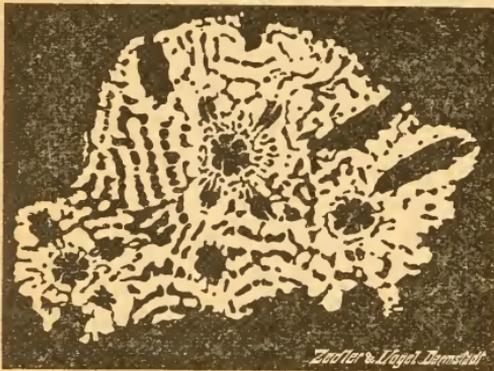


Fig. 2.

Querschnitt eines Astes von *M. echidnaea* vor einer Teilung, mit drei Zentralpolypen. Um den mittelsten davon stehen vier Basen von Knospen.

geradlinige Begrenzung nach aufsen und bekommen regelmässig angeordnete, zackige Vorsprünge. An den sich zu Zentralpolypen umwandelnden Knospen wiederholen sich die geschilderten Verdickungsprozesse, so dass schliesslich ein Ast aus einer grösseren Anzahl konzentrischer Lamellen besteht, die nur durch dünne, zuweilen auch ganz resorbierte Brücken, die Reste der Septen, resp. der Rippen mit einander in Verbindung stehen. Durch diese Verdickungslamellen der Äste werden natürlich die Anfangs freien Basalteile der Knospen überwuchert und in das Innere jener hineingerückt. Alle diese Verhältnisse zeigt klar die beistehende Figur, welche einen Querschnitt durch einen mittelstarken Ast wiedergibt. Querschnitte junger Zweige finden sich auf den Figuren 9—12 der Serie dargestellt und ist an diesen der konzentrische Bau der Mauer schon gut zu erkennen.

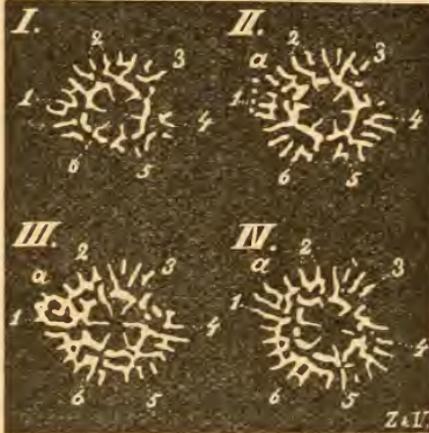
Die vorstehende Betrachtung beschränkt sich auf die einzelne Knospe und ist es deshalb nötig, noch einige Worte über das Verhältnis der Knospen zu einander beizufügen. Schon ein flüchtiger

Blick genügt, um in der Anordnung der Knospen an den Zweigen eine gewisse Regelmäßigkeit zu erkennen¹⁰⁾. Bei genauerer Untersuchung läßt sich dann nachweisen, daß die Anordnung eine spirale ist und zwar kommen auf einen Umgang der Schraubenlinie circa vier bis fünf Knospen, dabei ist zu bemerken, daß letztere in den einzelnen Umgängen nicht senkrecht übereinander stehen, sondern etwas schief, so daß die Verbindungslinie einer Längsreihe wieder eine Spirale bildet. An der vorliegenden *M. echidnaea* ist diese Anordnung häufig sehr regelmäßig und läßt sich deshalb nicht nur an den jüngeren Zweigen, sondern bis ziemlich weit herunter an den starken verfolgen und erst dort wird sie durch die Verzweigungen, Verschmelzungen und andere sekundäre Veränderungen undeutlich. Sekundäre Knospen, d. h. solche, die später in den Zwischenräumen der an der Zweigspitze angelegten primären Knospen entstehen, habe ich bei *M. echidnaea* nicht beobachtet, deshalb stehen hier die Knospen an den dünnen Zweigen sehr nahe bei einander, weniger als 1 mm, während ihre Mündungen an den dicken Ästen bis 5 mm und mehr von einander entfernt sind.

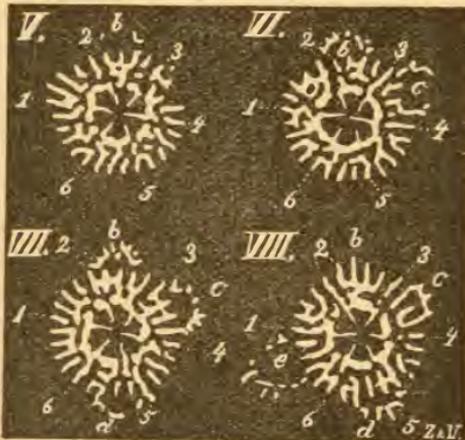
Es möge hier die durch Abbildung erläuterte Beschreibung einer Schnittserie durch die Spitze eines regelmäßig entwickelten Zweiges von *M. echidnaea* (es ist dies der auf der Tafel Fig. 1 u. 2 abgebildete) folgen, weil sie sehr geeignet ist, das Gesagte zu erläutern und zu bestätigen. Die Serie wurde in folgender Weise gewonnen: Nachdem das Zweigstück in schwarzen Lack eingeschmolzen war, wurde von der Spitze anfangend senkrecht zur Hauptaxe nach und nach abgeschliffen und die Schliffflächen bei auffallendem Licht photographiert. Die so erhaltenen ca. 40 Bilder geben alle wichtigeren Veränderungen in der Höhe von 4 mm genau wieder. Von diesen Bildern sind hier 12 in achtfacher Naturgröße reproduziert, und ist im Text immer angegeben, welche Figur der mit arabischen Ziffern bezeichneten Nummer der Serie entspricht. — Zu bemerken ist noch, daß mit 1–6 die Septen des ersten Cyklus vom Zentralpolypen, mit a–l die in der Schliffreihe getroffenen Knospen bezeichnet sind. Es ist also a die jüngste, l die älteste. — Die Knospe a ist zuerst angedeutet auf Schliff 4 und 5 (4 = Fig. 3, I), auf Schliff 6 = Figur II erkennt man, daß an ihrem Aufbau 4 Rippen des Zentralpolypen teilnehmen, auf

10) Man vergleiche Fig. 1 und 2 der Tafel und die Serie von Querschliffen.

7 = Fig. III sind drei von ihnen durch zwei peripherische Brücken, die erste Andeutung einer Theca, miteinander verbunden, auf 8 = Fig. IV sind die Brücken wieder verschwunden, aber die Rippenvorsprünge haben noch die gleiche Länge wie auf dem vorhergehenden Schriff. Auf 9 = Fig. 4, V) ragen diese nur noch



Figur 3.

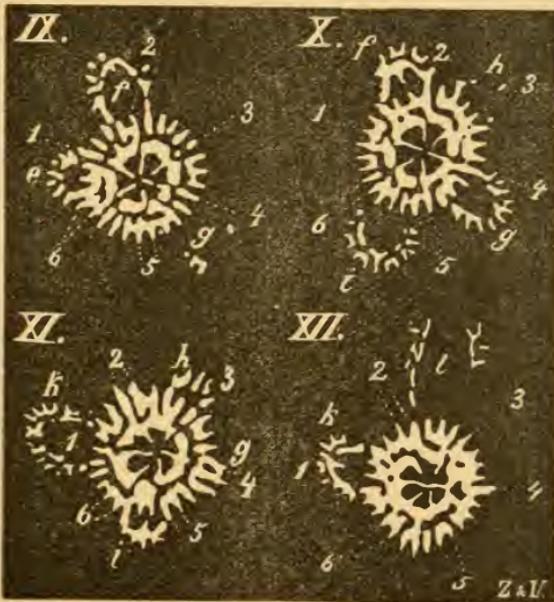


Figur 4.

wenig über die anderen hervor und auf 11 = Fig. VI ist jede Spur der Knospe a verschwunden. — Die zweite Knospe b, zwischen den Septen 2 und 3 gelegen, wird zuerst kenntlich auf Schriff 9 = Fig. V, auf 10–15 (vgl. Fig. VI = 11, Fig. VII = 14) ist die Mauer im ganzen Umfang deutlich, auf 16–20 wird sie erst kleiner, um zuletzt in drei Rippen überzugehen (vgl. Fig. VIII = 19). An dieser Knospe sind die zwei Hauptsepten schon ganz gut zu erkennen (vgl. Fig. VII) und es läßt sich unschwer nachweisen, daß sie von der mittleren der drei Rippen, von welcher die Knospe ausgeht, gebildet werden. Die Knospe c erscheint mit ihrem oralen Ende auf Schriff 11 = Fig. VI, deutlich ausgebildet ist sie auf 12–18 (vgl. Fig. VII = 14), noch mit Mauer aber schon sehr viel kleiner ist sie

auf 19 = VIII, auf 20–21 ist sie nur noch an den etwas längeren Rippen zu erkennen, auf 22 ist sie verschwunden. Von Knospe d findet sich die erste Andeutung auf 13, schon auf 14 = Fig. VII sind einige »Brücken« zwischen den Rippen zu sehen, auf 16–20 ist sie deutlich (vgl. Fig. VIII = 19), auf 21 sind nur noch Spuren zu sehen, die auf 22 vollständig verschwinden. Knospe e ist

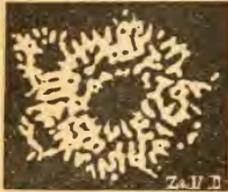
auf 15 angeschliffen, auf 16 in ihrem Umriss zu erkennen, auf 19 = Fig. VIII deutlich, hier sind auch die Hauptsepten zu erkennen, auf den folgenden Schläffen, bis 25 nimmt sie an Umfang ab (vgl. Fig. 5, XI = 23) und verliert sich auf 26 in die Rippen des Zentralpolypen. — Knospe f ist angedeutet auf 21, deutlich auf 22—31 (vgl. Fig. IX = 23, Fig. X = 27), noch an den verlängerten Rippen erkennbar auf 32 = XI. Die Hauptsepten sind gut zu sehen Fig. IX und X, die Andeutung einer Verdoppelung der Mauer Fig. X. — Knospe g tritt zuerst auf Schliff 23 = IX auf, zeigt auf 24 und 25 ihren peripherischen Rand ausgebildet, auf 27 = Fig. X



Figur 5.

eine vollständige Mauer und erhält sich an Umfang rasch abnehmend bis 31, um auf 32 = XI fast, auf 33 ganz zu verschwinden. -- Knospe h erscheint auf 26 und reicht bis 35, wo sie in gewöhnlicher Weise endet (vgl. Fig. X = 27, Fig. XI = 32, Fig. XII = 35). Knospe i tritt in Schliff 27 = Fig. X auf, wo man schon deutlich die doppelte Mauer erkennen kann, und endet auf 34 (vgl. Fig. XI = 32). Knospe k mit deutlichen Septen und Doppelmauer siehe Fig. XI und XII. — Knospe l erscheint angeschliffen auf 35 = Fig. XII. — Eine weitere Verfolgung der Serie dürfte sich nicht empfehlen, da sich die gleichen Verhältnisse immer wiederholen. —

Neben der *Madrepora echidnaea* wurde eine andere Art *M. surculosa* Dana von Batavia¹¹⁾, von der mir mit den Weichteilen konservierte Zweige zu Gebote standen, genau untersucht. Hinsichtlich des Skelettes schließt sich diese Art nahe an die vorige an,



Figur 6.

Querschliff v. *Madrepora surculosa* Skelett.
Etwas unter dem Rand
des Zentralpolypen.

wie nebenstehende Figur am besten erkennen läßt. Doch ist die Übersicht etwas schwieriger wegen der stärkeren Verdickung der Skeletteile und wegen der unregelmäßigeren Mauerbildung (vgl. Fig. 6), wozu dann noch die dichtere Stellung der Knospen kommt. An dem Aufbau der Knospen nehmen nicht wie bei *M. echidnaea* in der Regel vier oder auch nur drei Rippen teil, sondern meistens fünf, selten vier, öfter aber sechs und sogar sieben. Sehr häufig erscheinen die sechs Septen der Knospe

direkt aus den mittleren drei der, die Knospe aufbauenden, fünf Rippen der Zentralpolypen hervorzugehen (vgl. Fig. 11 auf der Tafel).

Hinsichtlich der Weichteile muß ich bedauern, ganz junge Knospen nicht aufgefunden zu haben und ich muß daher hier auf Fowler¹²⁾ verweisen, der bei *M. aspera* Dana junge Stadien beobachtet hat, die nur aus einer undurchbohrten Schlundeinstülpung bestehen und auch die Parietes noch entbehren. Derselbe giebt an, daß etwas ältere Knospen auch noch mit geschlossenem Schlund zwei Parietes, noch ältere sechs Parietes besitzen. — Die kleinsten von mir mit Sicherheit beobachteten Knospen entsprechen in ihrer Entwicklung den jüngsten der beschriebenen und abgebildeten Skelette. Ob bei ihnen der Schlund sich schon in die Magenhöhle öffnete, wage ich nicht zu behaupten, ebensowenig ob die Tentakel schon angelegt sind, denn diese Teile sind durch die Konservierung in Alkohol so kontrahiert, daß eine sichere Beobachtung sehr erschwert

11) Ich verdanke dieses, histologisch sehr gut konservierte Material der Güte des Herrn Dr. Sluiter, Vorstand der Niederländischen Zoologischen Station in Batavia, der mir noch eine Reihe anderer Korallen von dort verschafft hat. Ich spreche demselben hiermit öffentlich meinen Dank für seine liebenswürdigen Bemühungen aus.

12) *Anat. Journal of Mikr. Science* Vol. XXVII v. 1 Pl. Ähnliche Knospen, die ich aber nicht auf die Einzelheiten untersuchen konnte, habe ich schon früher erwähnt. *Morph. Jahrb.* Bd. XII, p. 159.

wird. Dagegen glaube ich, die Zahl der Parietes schon auf dieser Stufe 12 annehmen zu dürfen, wenn diese auch auf keinem Schnitt oder Schliff gleichzeitig zu demonstrieren ist. Jedenfalls sind ihre Muskelwülste schon recht entwickelt, wie ihre Kontraktion, durch die sämtliche Weichteile in die Skeletthöhlung hineingepreßt werden, beweist. Sehr klar sind dagegen die Beziehungen von Weich- und Hartteilen an etwas älteren Knospen, wie eine solche auf der Tafel Fig. 11 nach einem Querschliff abgebildet ist. Die Abbildung ist, um die histologische Zusammensetzung der Weichteile und die Verhältnisse der Hohlräume deutlicher zu machen, etwas schematisiert, dadurch ist besonders der Abstand der Leibeswand von der Mauerplatte (die Hartteile sind weiß gelassen) zu groß geworden und muß derselbe nach Fig. 12, welche den entsprechenden Teil eines erwachsenen Polypen, genau mit der Camera gezeichnet darstellt, berichtigt werden. Auf der Figur sieht man rechts ein Segment des Zentralpolypen mit einem Septum S und einer Anzahl von Rippen R. Der Querschnitt der Knospe ist vollständig, man sieht in der Mitte den eingestülpten Teil der Leibeswand mit Andeutungen der Tentakel T (letztere sind zuweilen eingestülpt und erscheinen dann auf manchen Querschnitten als Kreise, bei denen die Außenseite innen liegt), um diese genau symmetrisch angeordnet die zwölf Parietes. Von Septen sind sechs entwickelt, diese entsprechen aber nicht alle dem ersten Cyklus, sondern nur zwei von ihnen, die in der Symmetrieebene liegen, während die anderen vier dem zweiten Cyklus zugehören. Von den Rippen sind nur diejenigen fünf, welche den drei peripherischen Septen entsprechen, und zwei diesen benachbarte direkte Fortsetzungen von Rippen der Zentralpolypen, die übrigen (seitlichen) sind sekundäre Erhebungen auf den zwei äußeren Rippen. Hinsichtlich der Weichteile ist noch zu bemerken, daß sie überall zwei Zellschichten bilden, zwischen denen eine Membran, die Stützlamelle, die hier durch einen einfachen Strich angedeutet ist, liegt. An den Stellen, wo die Weichteile auf dem Skelett ruhen, liegt diesem zugewendet die skelettogene Schicht, das Calikoblastem, derjenige Teil des Ectoderms, welcher durch das Wachstum des Skeletts in die ursprünglichen Hohlräume der Polypen hineingeschoben wurde; frei nach außen, d. h. der Magenöhle und deren Derivaten zugewendet liegt das Entoderm. An den Stellen, wo die Weichteile auf beiden Seiten frei liegen, wird die Schicht,

welche nach der Magenöhle zugewendet, ist vom Entoderm, die der Außenwelt zugekehrte vom Ectoderm gebildet¹³⁾. — Durchschnitte von älteren Knospen zeigen gegen die abgebildete nur geringe Unterschiede. In der Regel sind die sechs Septen des ersten Cyklus vorhanden, von denen aber nur die zwei in der Symmetrieebene liegenden Hauptsepten kräftiger entwickelt sind. Vom zweiten Cyklus sind, wenn überhaupt die gleichen vier wie vorhin nachzuweisen. Die Zahl der Rippen ist in der Regel zahlreicher, indem sich die ursprünglich vorhandenen an ihrer Peripherie gabeln. Die Muskulatur der Parietes ist ausnahmslos so angeordnet, daß die Wülste der beiden Paare, welche die Hauptsepten einschließen (also der Symmetrieebene entsprechen) sich nach außen wenden. —

Außer den eben betrachteten Knospen von *Madr. surculosa*, die sich immer in der Nähe der Mündung des Zentralpolypen bilden und welche darin mit den bei *M. echidnaea* allein vorhandenen übereinstimmen, entstehen bei *M. surculosa* auch junge Knospen an den dickeren Teilen der Zweige zwischen den älteren. Ein Stück von der Oberfläche eines solchen Zweiges oder Astes ist auf der Tafel Fig. 14 dargestellt und kann man hier deutlich neben den größeren älteren Knospen jüngere, weniger entwickelte erkennen. Als ich zuerst das Verhältnis dieser jungen Knospen zu den älteren ins Auge faßte, meinte ich, die ersteren würden ähnlich wie bei manchen anderen Korallen z. B. *Stylophora*¹⁴⁾ oder unter den Octokorallen die Gorgonien etc. sich als Cönenchymknospen auffassen lassen, d. h. aus dem zwischen den älteren Knospen befindlichem Gewebe, dem Cönenchym (resp. Cönosark) hervorgehen, wobei allerdings auch zu bedenken wäre, daß in vorliegendem Fall das Cönenchym eigentlich weiter nichts ist als eine Fortsetzung der »Rippen« des Zentralpolypen (vgl. Einleitung). Um darüber einige Gewißheit zu erlangen, hielt ich es für das beste, von Zweig-

13) Bei Fig. 12 ist zu bemerken, daß hier infolge von Schrumpfungen sich die skelettogene Schicht etwas von dem Skelett (hier den Rippen) abgelöst hat.

14) G. v. Koch. Ungeschlechtliche Vermehrung einiger palaeozoischer Korallen. *Palaeontographica* Bd. XXIX, V. u. VI. Lieferung. Kassel 1883. In dieser Abhandlung ist für die Einteilung der Knospungsarten allein das Skelett in betracht gezogen worden, weil bei vielen Korallen, darunter vor allen den fossilen, nur dieses bekannt ist.

stücken, an denen die Weichteile noch gut erhalten waren, Tangentialschliffe, die mithin senkrecht zu den Längsachsen der Knospen geführt sind, anzufertigen. Das Resultat war günstig, denn schon wenige solcher Schliffe ergaben mit vollständiger Sicherheit (man vergl. Fig. 13 der Tafel), daß jede junge Knospe sich zu einer bestimmten älteren genau so verhält, wie die Knospen an den Zweigspitzen zum Zentralpolypen, so daß also diese (die betreffenden älteren Knospen) aufzufassen sind als Zentralpolypen von Zweigen, die sich nicht, oder nur ganz unbedeutend über die Gesamtperipherie des Astes erhoben haben. Dies Verhältnis wird sowohl durch die Parietes als auch durch Beziehungen der Rippen des »Mutterpolypen« zu den Septen der Tochterpolypen bewiesen, und kann für letzteres noch angegeben werden, daß die Zahl der Rippen, von welchen aus das Skelett der Tochterpolypen sich entwickelt, hier in der Regel nur drei beträgt, was einen gewissen Gegensatz zu den an den Zweigspitzen entstehenden Knospen bedingt.

Durch die mehr oder weniger eingehende Untersuchung von einer Reihe verschiedener Madreporaarten bin ich zu der Überzeugung gekommen, daß auch bei ihnen die Knospung auf die gleiche Weise erfolgt, wie an den beiden geschilderten Arten und diese wahrscheinlich charakteristisch für die ganze Gattung ist. —

Es bleibt mir nun noch übrig, die gefundenen Thatsachen in ein System einzureihen und will ich dazu das von mir allerdings nur für die Knospung von paläozoischen Korallen¹⁴⁾ aufgestellte, welches sich aber in seinen Hauptzügen auch für die recenten Formen verwenden läßt, benutzen. Ich teilte dort alle Knospen ein in 1) Innenknospen, welche innerhalb der Mutterkelche entspringen und ganz oder teilweise direkte Fortsetzungen derselben sind und 2) Außenknospen, welche außerhalb der Mutterkelche sich entwickeln. Nach dem oben Gesagten gehört die Knospung von Madrepora in die zweite Kategorie. Von dieser sind folgende Unterabteilungen angegeben: a. Zwischenknospung: »Junge Kelche entstehen zwischen den schon vorhandenen und berühren letztere mit ihrer ganzen Außenfläche«, b. Cöenchymknospung: »Junge Kelche entstehen als Fortsetzung eines zwischen den alten Kelchen entwickelten Gewebes«, c. Stolonenknospung: »Junge Kelche entstehen aus hohlen Fortsätzen, Stolonen der ursprünglichen Kelche«. Es ist klar, daß Madrepora in keines dieser drei Schemata paßt,

und wir müssen dafür also eine vierte Abteilung aufstellen, deren Bezeichnung »Costal-Knospe« sein möge und welche sich folgendermaßen charakterisieren läßt: die jungen Kelche entwickeln sich außerhalb der Mauer der Mutterkelche und zwar gehen sowohl Septen als Mauern aus den Rippen der letzteren hervor.

Darmstadt, Januar 1893.

Erklärung der Tafel.

Fig. 1 u. 2. Photographie einer Zweigspitze mit Knospen von *Madrepora echidnaea* Lmk. 1 von oben, 2 von der Seite gesehen, ca. $\frac{10}{1}$ Vergr.

Fig. 3. Eine einzelne ältere Knospe von der Seite zur Demonstration des Verhältnisses der Rippen von Knospe und Mutterpolyp, gleiche Vergrößerung.

Fig. 4—10. Schematische Figuren zur Erläuterung der Knospenentwicklung bei *M. echidnaea*. Näheres siehe im Text.

Fig. 11. Schematisierter Querschliff durch eine Knospe von *Madrepora surculosa* Dana. Mit den Weichteilen.

Fig. 12. Stückchen desselben Querschliffs. Camerazeichnung.

Fig. 13. Tangentialschliff eines Astes von *M. surculosa* D. (ältere und jüngere Knospenquerschnitte). Mit den Weichteilen.

Fig. 14. Photographie eines kleinen Teils der Oberfläche von einem Ast der *Madr. surculosa* D. Skelett.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Abhandlungen der Naturhistorischen Gesellschaft Nürnberg](#)

Jahr/Year: 1897

Band/Volume: [10](#)

Autor(en)/Author(s): Koch Gottlieb von

Artikel/Article: [Die ungeschlechtliche Vermehrung \(Knospung und Stockbildung\) von Madrepora. 1-18](#)