

## 2. Ueber Plicatocriniden, *Hyocrinus* und *Saccocoma*.

Von HERRN OTTO JAEKEL in Berlin.

Hierzu Tafel XXV—XXX.

### VORWORT.

Durch meinen Freund, Herrn A. LANGENHAN in Breslau, ging mir kürzlich ein interessantes Material von Plicatocriniden aus oberjurassischen Schichten der Provinz Posen zu, welches mich in den Stand setzte, über diese bisher wenig beachteten und z. Th. sehr verkannten Crinoiden neue Anschauungen zu gewinnen. Die in den einzelnen Theilen vortrefflich erhaltenen Objecte ermöglichten mir, den anatomischen Bau der Plicatocriniden genauer zu studiren und brachten mich auf Grund dieses Studiums zu der Ueberzeugung, dass die bisher ganz isolirt gestellten Gattungen *Hyocrinus* und *Saccocoma* an obige Familie anzuschliessen seien. — Nachdem mir durch das gütige Entgegenkommen der Herren E. BEYRICH in Berlin, BRANCO in Tübingen, O. und E. FRAAS in Stuttgart und K. v. ZITTEL in München das fossile Material der Berliner, Tübinger, Stuttgarter und Münchener Universitäts- bezw. Staatssammlungen zur Untersuchung überlassen worden war, glaube ich das bisher bekannt gewordene Material dieser seltenen Crinoiden übersehen zu können, um die nachstehende Darstellung des in vieler Hinsicht sehr interessanten Formenkreises zu versuchen. Durch freundliche Auskunft und Rathschläge in zoologischen Fragen bin ich namentlich von meinem Collegen Herrn Dr. KORSCHULT hierselbst vielfach unterstützt worden. Den genannten Herren, die mich bei diesen Untersuchungen förderten, sage ich an dieser Stelle meinen aufrichtigsten Dank.

Der Stoff ist derart angeordnet, dass zunächst die Plicatocriniden behandelt worden; daran soll sich eine Besprechung von *Hyocrinus* und eine erneute Darstellung von *Saccocoma* anschliessen. Den Schluss wird eine Zusammenstellung der in phylogenetischer Hinsicht wichtigen Resultate bilden.

I. Ueber *Plicatocriniden*.Fam. *Plicatocrinidae* (ZITTEL).

Die centralen Weichtheile in einer rings geschlossenen Kapsel, einem echten Kelch, gelegen. Der dorsale Kelch gebildet aus einem verschmolzenen Basalkranz und einem Kranz grosser Radialia. Die Arme vom axillären Radiale II an frei, an den unteren Gliedern mit alternirenden Seitenästen, deren Dorsalskelet die Tendenz hat, zu grösseren Stücken zu verschmelzen. Die Abweichung von dem pentameren Bau ist zur Regel geworden, die Zahl der Antimeren beträgt gewöhnlich 4 oder 6.

Die Familie der *Plicatocrinidae* hat trotz ihrer Jugend eine ziemlich bewegte Vergangenheit. Herr v. ZITTEL stellte dieselbe<sup>1)</sup> mit folgender Definition auf: „Kelch aus dünnen Täfelchen bestehend. Basalia fehlen. Radialia 5, 6, 7 und 8  $\times$  2. Kelchdecke getäfelt, mit 5 grossen Oralplatten. Arme lang, vergabelt, einzeilig. Stiel rund.“ Er vereinigte in dieser Familie die Gattungen *Plicatocrinus* und *Hyocrinus* und glaubte zunächst, da er von *Plicatocrinus* nur Kelchtafeln kannte, dass beide Gattungen ident sein könnten. Später beschrieb derselbe Autor ein fast vollständiges Exemplar von *Plicatocrinus*<sup>2)</sup> und stellte dadurch fest, dass beide Gattungen in mehrfacher Hinsicht verschieden seien, behielt aber beide in einer Familie vereinigt.

Die systematische Stellung von *Hyocrinus* ist dann von P. H. CARPENTER zum Gegenstand eingehender Besprechung gemacht worden<sup>3)</sup>. Der genannte Autor betonte namentlich gegenüber der von Herrn v. ZITTEL gegebenen Definition der *Plicatocrinidae*, dass *Hyocrinus* wohl entwickelte Basalia besitzt, und dass seine Arme nicht „vergabelt“, sondern ungegabelt seien, wohl aber lange Pinnulae tragen. Ueber *Plicatocrinus* selbst äusserte er sich nicht weiter; die angegebenen Beobachtungen aber veranlassten ihn, *Hyocrinus* von *Plicatocrinus* zu trennen und für erstere Gattung eine neue Familie, die *Hyocrinidae*, zu errichten. Da ihm von seiner Familie nur eine Art, *Hyocrinus Bethelleanus* W. THOMS., bekannt war, so beschränkte er sich zwar darauf, eine Gattungsdiagnose zu geben, betonte aber, dass dieselbe auch für die Familie Geltung habe. Sie lautet folgendermassen: „Calix high, and composed of basals and radials

<sup>1)</sup> v. ZITTEL. Handbuch d. Paläontologie, I, p. 337. München u. Leipzig 1876—80.

<sup>2)</sup> Derselbe. Sitzungsber. d. Münchener. Akad. d. Wiss., Cl. II, 1882, XII, p. 105.

<sup>3)</sup> P. H. CARPENTER. Challenger Report. Stalked Crinoids, p. 223.

which are nearly equal in length. The former narrow gradually downwards, while the latter are broad and spade-like, each bearing a small undivided arm in the middle of its upper edge. Armjoints united by syzygy into groups of two or three, only the terminal joints of which bear pinnules. Lowest pinnules the longest, and the following ones proportionately shorter, so that they all terminate on the same level as the arm-ends. Mouth protected by five large oral plates. Stem composed of short, cylindrical joints with simple or slightly striated faces. Mode of attachment unknown."

Da sich aus den vorliegenden Untersuchungen mit Sicherheit ergab, dass *Plicatocrinus* Basalia besitzt, die denen von *Hyocrinus* durchaus ähnlich sind, und auch Beziehungen im Bau der sonderbaren Arme beider Typen unverkennbar waren, fielen zwar die Hauptgründe fort, die P. H. CARPENTER seiner Zeit veranlasst hatten, beide Gattungen in getrennte Familien zu stellen. Trotzdem sind die Unterschiede zwischen den fossilen Plicatocriniden und dem lebenden *Hyocrinus* immerhin noch beträchtlich, z. B. im Hinblick auf die Familieneintheilung der Articulaten, so dass eine Vereinigung beider Typen in eine Familie zur Zeit noch nicht gerechtfertigt erscheint.

Andererseits fielen in die Grenzen des zum Theil veränderten, zum Theil erweiterten Familienbegriffes der Plicatocriniden einige Gattungen, die bisher eine wesentlich andere Beurtheilung namentlich in systematischer Hinsicht erfahren hatten. Es zeigte sich zunächst an neuem Material von *Tetracrinus*, dass diese bisher zu den Eugeniocriniden (*Holopocrinidae* mihi) gestellte Gattung in die unmittelbarste Nähe von *Plicatocrinus* gehört, und dass ferner die bisher ganz isolirt in eine Ordnung der „*Costata*“ gestellte Gattung *Saccocoma* auf Grund des Baues ihrer Arme und ihres Kelches in der Nähe der genannten Formen ihren naturgemässen Platz findet.

Wenn wir nach diesen einleitenden Bemerkungen zur Betrachtung der einzelnen Merkmale des Skeletbaues unserer Familie übergehen, so werden wir zweckmässig zunächst an die Besprechung des Kelches gehen, um danach die Eigenthümlichkeiten im Bau der Arme, des Stieles sowie der Histologie in's Auge zu fassen.

### Der Kelch.

Der Kelch der Plicatocriniden ist eine feste Kapsel, deren Tafeln ungelenkig mit einander verbunden sind. Die centralen Weichtheile liegen innerhalb dieser Kapsel und sind unabhängig von den Bewegungen der Arme. Der Kelch der Plicatocriniden

ist sonach im Gegensatz zu dem der *Articulata* und *Articulosa* ein echter Kelch, wie ich solchen in meiner Arbeit über die Holopocriniden zu definiren versuchte<sup>1)</sup>. Er schliesst sich in den genannten Eigenschaften in erster Linie an die echten *Tesselata*, wie *Haplocrinus*, *Cyathocrinus*, *Gissocrinus*, *Crotalocrinus*, sowie an dasjenige Entwicklungsstadium von *Comatula* an, in welchem die Kelchtafeln die centralen Weichtheile noch kapselartig umschliessen, und welches man seinem allgemeinen Charakter nach vielleicht zweckmässig als Tesselaten-Stadium bezeichnen könnte.

Der Kelch der Plicatocriniden besteht aus einem unteren Basalkranz und einem oberen Radialkranz.

Der Basalkranz besteht aus einem morphologisch einheitlichen Stück, welches in Form einer kleinen Schüssel dem obersten Stielgliede aufsitzt. Mit diesem ist es durch eine Articulationsfläche verbunden, auf welcher in geringer Zahl an der Peripherie radiale Leisten zum Ansatz von Ligamenten dienen. In der Mitte der Unterseite befindet sich die Oeffnung zum Durchtritt des Axialgefässes (das Loch des Nahrungskanals). Bei stiellosen Formen ändern sich diese Verhältnisse, indem der Basalkranz unmittelbar zur Befestigung auf dem Meeresboden dient.

Die Form des Basalkranzes ist sehr verschieden; im einfachsten Falle ist es eine Schüssel, deren Oberrand von so viel Flächen abgeschrägt ist, als Radialia bzw. Antimeren vorhanden sind. Die Wand der Schüssel ist in diesem Fall dünn, aber unter der Mitte der Radialien bzw. der Arme verdickt, so dass radial gestellt Leisten auf der Aussenseite der Schüssel entstehen. (*Plicatocrinus*). Dieselben sind als die basalen Fortsetzungen der leistenförmigen Verdickungen der Radialia zu betrachten und haben physiologisch die gleiche Bedeutung wie diese (vergl. pag. 624). Bei den massig verdickten Formen (*Tetracrinus*) ist der Basalkranz zu einem scheibenförmigen oder cylindrischen Stück verdickt, welches äusserlich von den dicken Stielgliedern kaum zu unterscheiden ist und früher auch in diesem Sinne gedeutet wurde. Bei stiellosen Formen wird die Form des Basalkranzes noch unregelmässiger.

Die morphologische Bedeutung dieses unteren Kelchkranzes ist das punctum saliens für die Beurtheilung des Kelchbaues der Plicatocriniden. Der Umstand, dass man denselben bei *Tetracrinus* für das oberste Stielglied, bei *Plicatocrinus* für den ersten Radialkranz hielt, war die Ursache, dass die systematische Beurtheilung der einzelnen Plicatocriniden eine ebenso verschiedene

<sup>1)</sup> O. JAEKEL. Ueber Holopocriniden mit besonderer Berücksichtigung der Stramberger Formen. Diese Zeitschrift, 1891, XLIII, p. 573.

wie unsichere war. Aeusserlich bildet der Basalkranz ein ungetheiltes Ganze, an welchem selbst Verschmelzungsnähte nicht mehr sichtbar sind. Für die Deutung derselben als Basalkranz kommt es aber lediglich auf den Nachweis an, dass die verschmolzenen Elemente dieses Kranzes ursprünglich alternirend unter den Tafelchen des Radialkranzes, also interrarial stehen. Die Verschmelzungsnähte der einzelnen basalen Stücke müssen dann radial, also z. B. bei *Plicatocrinus* innerhalb der leistenförmigen Verdickungen der Schüssel liegen. Dass dies in der That der Fall ist, geht schon aus der Angabe QUENSTEDT's hervor, dass die Blätterbrüche des Kalkspathes bei *Plicatocrinus* an den radialen Leisten „zu zwei mit einspringendem Winkel absetzen“<sup>1)</sup>. Interrarial gestellte Stücke, also Basalia, sind somit bei *Plicatocrinus* im Leben noch getrennt gewesen, durch den Fossilisationsprocess aber vollständig mit einander verschmolzen. Der dies bewirkende Krystallisationsprocess lässt nun die ursprünglichen Theile noch als gesonderte Krystallindividuen erkennen. Bisweilen scheint allerdings die Verschmelzung schon im Leben eine so innige gewesen zu sein, dass die schüsselförmige Basis krystallographisch ein einheitliches Stück darstellt, wenigstens habe ich mich in einem Falle hiervon überzeugen können. Letzteres ist auch bei *Tetracrinus* der Fall. Auffallender Weise hatte QUENSTEDT, trotzdem er richtig erkannte, dass die Nähte zwischen den Falten durchgehen mussten, den Basalkranz von *Plicatocrinus* als ersten Radialkranz angesprochen, ohne die Gründe dieser Deutung anzugeben. Für einen Kelchkranz, dessen Tafelchen interrarial unter den Radialien stehen, giebt es aber keine andere Deutung als die eines Basalkranzes. Aus wie viel Stücken sich derselbe zusammensetzte, ob ebenso viel getrennte Stücke als Radialia vorhanden waren, oder ob grössere Basalstücke die Stelle von zwei oder mehr kleineren vertraten, müsste dabei in jedem Falle besonders untersucht werden, ist aber für die Deutung des Kranzes als Basalkranz ganz gleichgültig, da sich eine derartige Zusammensetzung des Basalkranzes häufig und z. B. nach den Angaben P. H. CARPENTER's auch bei dem lebenden *Hyocrinus* findet, wo 4 radiale Nähte vorhanden sein sollen<sup>2)</sup>. Die radiale Stellung der Nähte überhaupt ist, wie gesagt, das Ausschlaggebende.

Zu dem gleichen Ergebniss führt auch die Betrachtung der Axialkanäle, was nach Besprechung der Radialia nicht nur bei *Plicatocrinus*, sondern auch bei *Tetracrinus* darzulegen sein wird.

<sup>1)</sup> F. A. QUENSTEDT. Asteriden und Encriniden, 1876, p. 441.

<sup>2)</sup> P. H. CARPENTER. l. c., Stalked Crinoidea, p. 218.

Auch auf die Verbindung der Radialia mit dem Basalkranz will ich erst später eingehen. Die Zahl der Syzygialflächen an der Oberseite des Basalkranzes entspricht natürlich der Zahl der Radialia, und beträgt also bei *Tetracrinus* 4, selten 3, 5 oder 6, bei *Plicatocrinus* 4 oder 6, ausnahmsweise 5, 7 oder 8; bei den älteren liassischen Plicatocriniden ist noch die Fünzfzahl Regel. Die Syzygialflächen sind flach eingewölbt, glatt und zeigen auf der Innenkante zwei Oeffnungen für den Austritt der Axialkanäle. Bisweilen liegen dieselben einander so genähert, „dass sie leicht für eine Oeffnung gehalten werden können, besonders dann, wenn sie unter einer Verdickung des Innenrandes liegen“. Ich hebe diese später zu würdige Thatsache ausdrücklich hervor, weil die diesbezüglichen Angaben QUENSTEDT's bei *Plicatocrinus* in mehrfacher Hinsicht Missverständnissen Raum lassen<sup>1)</sup>.

Der obere Kelchkranz besteht aus grossen Täfelchen, die mit ihrer unteren Syzygialfläche dem Basalkranz aufsitzen und auf ihrer oberen Gelenkfläche die Axillaria der Arme tragen. Dieser obere Kelchkranz ist also ein Radialkranz, und zwar ist es der einzige Kranz radialer Täfelchen, der an der Bildung des eigentlichen Kelches Theil nimmt. Dieselben sind seitlich mit einander durch Syzygialnähte verbunden und bilden daher mit dem darunter liegenden Basalkranz die starre, in sich ungelenkige Kelchkapsel. Dieselben sind in Folge dessen echte Radialia (R) in dem Sinne, welchen ich dieser Bezeichnung bei früherer Gelegenheit gegeben habe<sup>2)</sup>. Die Radialia sind fossil meist isolirt gefunden worden, da ihre seitliche Verbindung nur eine lose war gegenüber der innigen Vereinigung der Basalia.

Die Form der Radialia zeigt erhebliche Verschiedenheiten des äusseren Umrisses je nach der zierlicheren oder kompakteren Bauart des betreffenden Crinoids. Hiernach unterliegt namentlich die Höhe und Dicke der Radialia bedeutenden Schwankungen. Bei den zierlichen Gestalten von *Plicatocrinns* sind die Radialia dünne Täfelchen, die nur an der oberen Gelenkfläche verdickt sind und an der Aussenseite durch eine von der Gelenkfläche ausgehende flache Leiste in sich gekräftigt sind. Die physiologische Bedeutung dieser Verdickung ist leicht ersichtlich; sie befähigt den zierlichen, dünnwandigen Kelch besser, die Arme zu tragen und deren Druck auf die fest verschmolzene Basis weiter zu leiten. Während wir die gleiche Erscheinung auch bei den zierlichen *Hyocrinus* und *Saccocoma* finden, fehlt sie den kompakten Formen, wie *Tetracrinus*, bei denen die kräftig ver-

<sup>1)</sup> F. A. QUENSTEDT. Asteriden und Encriniden, p. 444.

<sup>2)</sup> O. JAEKEL. Holopocriniden, l. c., p. 573.

dickten Radialia einer besonderen Einrichtung zur Stütze der Arme augenscheinlich nicht bedürfen. Bei dem letztgenannten Typus ist überdies die Höhe der Radialia eine sehr geringe, während dieselbe bei *Plicatocrinus* die des Basalkranzes ungefähr um das Doppelte übertrifft. Die seitliche Verbreiterung der Radialia nach oben hängt von der Grösse der Basis und davon ab, wie viele Radialia den Kranz schliessen. Sind nur 4 vorhanden, so verbreitern sich dieselben stärker als da, wo zahlreichere Radialia durch ihre Verbreiterung die Ausweitung des Kelches vermitteln.

Die weiteren Eigenthümlichkeiten der Radialia, die den verschiedenen Gattungen gemein sind, beruhen namentlich in der Form der Gelenkflächen und dem Verlaufe der Axialkanäle. Die untere Verbindungsfläche mit dem Basalkranz ist entsprechend der der Basalia einfach gebaut; sie zeigt eine flach convexe Fläche, an deren Innenseite die beiden Oeffnungen zur Aufnahme der Axialgefässe liegen. Die Oberseite hingegen zeigt complicirtere Verhältnisse, namentlich ist die Gelenkfläche für das Axillare reich modellirt. Ein Querriff (vergl. Taf. XXV), das auf demselben liegende Axialloch und die ausserhalb desselben befindliche Ligamentgrube sind natürlich wie bei allen Crinoiden auch hier stets wohl entwickelt und ohne besondere Erklärung leicht kenntlich. Der Bau der Muskelgruben aber ist complicirter als bei den meisten Crinoiden, namentlich bei den Articulaten. Während bei diesen jederseits nur eine Muskelgrube vorhanden ist, treten uns hier, durch eine dem Querriff parallel verlaufende Leiste getheilt, jederseits zwei Muskelgruben entgegen, die sich nach den Seiten der Gelenkfläche zu verflachen. Die die inneren Muskelgruben tragenden Leisten treten nach dem Innern des Kelches stark über. Bei den Formen mit weit ausgehöhlter Kelchkapsel nehmen die Gelenkflächen für die Axillaria nur den mittleren Theil der Oberseite der Radialia ein, während bei den schwerfälligen Riffformen die Axillaria ziemlich ebenso breit sind wie die Radialia und bei der Enge der Kelchkapsel wohl noch zur seitlichen Begrenzung der letzteren herangezogen wurden.

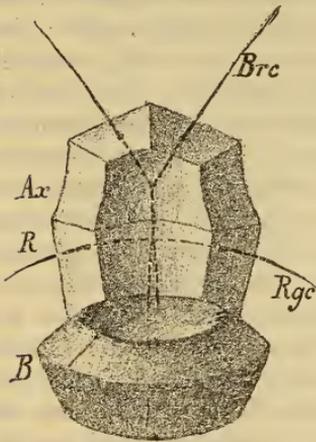
Die höchst wahrscheinlich aus grossen Oralien und vielleicht auch kleineren Randplättchen gebildete Kelchkapsel dürfte sich seitlich an die Innenwand der Axillaria angelehnt haben. Die daselbst vorhandenen (vergl. Taf. XXV, Fig. 11) knotenartigen Erhöhungen erinnern an die gleiche Ausbildung bei *Holopus* und dürften wie dort mit dem Ansatz der Kelchdecke in Beziehung stehen.

Bemerkt sei noch, dass nach der älteren Auffassung der Basis als untersten Radialkranzes die Plicatocriniden im Gegen-

satz zu allen ähnlich organisirten Formen gestanden hätten, da dann bei ihnen die unterste Gelenkung nicht wie sonst über dem ersten, sondern zwischen dem zweiten Radiale und dem Axillare gelegen hätte.

Von besonderem Interesse ist der Verlauf der Axialgefäße, zumal für die hier gewonnene Auffassung des Kelchbaues. An der Innenseite jeder der oberen Syzygialflächen der Basis befinden sich zwei kleine Oeffnungen, aus welchen die Axialgefäße von der Basis in die Kanäle der Radialia hinübertreten, um von da an neben einander zu verlaufen und sich erst in dem Axillare wieder dichotomisch in die beiden Armgefäße zu theilen. Innerhalb der Radialia verläuft ein Ringgefäß, welches die radialen Kanäle mit einander verbindet. Dieser Ringkanal (*Rgc*), welchen ich fast an allen Radialien von *Plicatocrinus* und *Tetracrinus* deutlich beobachtet habe, liegt bei allen bisher untersuchten Crinoiden innerhalb des untersten Radialkranzes, folglich ist auch in dieser

Figur 1.



Axialkanäle.

Hinsicht eine andere Deutung der hier als Radialia angesprochenen Theile ausgeschlossen. Zur Erläuterung dieser Verhältnisse mag die beistehende Textfigur 1 dienen, in welcher die Gefäße gestrichelt in die Skelettheile eingezeichnet sind. Von letzteren ist dargestellt der ganze Basalkranz (*B*), dessen vier Basalia durch schwarze Linien angedeutet sind; auf der oberen Syzygialfläche sind das Radiale (*R*) und das Axillare (*Ax*) aufgesetzt, wo die Kanäle aus den betreffenden Skeletflächen austretend gedacht sind (*Rgc* = Ringkanal, *Brc* = Brachialkanal), wurden sie ununterbrochen ausgezogen. Bemerkt sei ferner, dass bei kompakteren Formen, wie *Tetracrinus*, die Kanäle und namentlich das Ringgefäß etwas tiefer in den Skeletstücken eingeschlossen sind als bei zierlichen Formen wie *Plicatocrinus*, wo sie mehr oberflächlich in offenen oder geschlossenen Leisten verlaufen. Es scheint überhaupt, dass Axialkanäle, wie sie für die jüngeren Crinoidentypen charakteristisch sind, erst durch die Massivirung der unteren Kelchstücke zum Einschluss in diese gelangten, wie sie ja auch ontogenetisch (bei *Comatula*) zuerst in offenen Leisten liegen

und erst bei der späteren Verdickung der Plättchen in diese eingeschlossen werden.

In Betreff der radial verlaufenden Axialkanäle ist hervorzuheben, dass die beiden von den Armen abwärts verlaufenden Kanäle sich im Axillare (*Ax*) vereinigen, ohne aber mit einander zu verschmelzen und dann in einer meist ungetheilt erscheinenden Oeffnung aus dem Axillare aus- und in das Radiale (*R'*) übertreten, dass sie in diesem nach Abgliederung des Ringkanales sich wieder gabeln, in zwei Oeffnungen von jedem Radiale in die Basalia eintreten. Die zwei Eintrittsoeffnungen an den Syzygialflächen der Basis sind meist deutlich zu erkennen, bisweilen aber unter einer Leiste einander so genähert, dass QUENSTEDT nur eine Oeffnung zu sehen glaubte. Der Umstand aber, dass in der That zwei nach unten divergirende Kanäle von jedem Radiale nach der Basis übertreten, ist allein schon beweisend für die Deutung seiner Kelchstücke. Dieses Verhalten des Axialkanales ist nur dadurch zu erklären, dass derselbe in zwei alternirend gestellte Skeletelemente eintritt. Solche unter den Radialien alternirend gestellte Skeletelemente sind aber eben Basalia; und nun erfolgt überdies die Gabelung an der Basis genau da, wo bisweilen die Blätterbrüche des Kalkspathes die Grenzen ursprünglich getrennter Täfelchen verrathen. In der Basis verfolgt man die Kanäle meist noch oberflächlich ein kleines Stück nahe bei einander. Nur in einem Falle, bei *Plicatocrinus tetragonus*, glaubte ich deutlich wahrnehmen zu können, dass sich die benachbarten Aeste je zweier Basalia mit einander nach unten in einem Bogen vereinigen. Bei einem Versuch, den Verlauf der Kanäle unter dem Mikroskop bei etwa 40facher Vergrößerung mit der Nadel zu präpariren, konnte ich nur feststellen, dass die Kanäle nach unten divergiren, was ja auch theoretisch aus der nach unten gerichteten Spaltung des Kanales im Radiale wahrscheinlich war. Wahrscheinlich wird dies ferner auch aus dem Verlauf dieser Kanäle bei den anderen bisher untersuchten Crinoiden; bei denen sich die Kanäle in der in Textfigur 1 dargestellten Weise in einen Punkte vereinigen, der der Lage des gekammerten Organs bei *Comatula* entspricht, und von welchem der Nahrungskanal des Stieles seinen Ausgang nimmt. Da aber, wie gesagt, die Untersuchung nur bei *Plicatocrinus* in einem Falle ein entsprechendes Ergebniss geliefert hat, so wäre immerhin die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass die Axialgefäße im Grunde der Basis aus ihrer oberflächlichen Lage direct in die Weichtheile überträten und eine weitere kanalförmige Fortsetzung im Skelet nicht besässen.

Hinsichtlich ihrer Abweichung von der Pentamerie stehen die Plicatocriniden einzig da unter allen Echinodermen. Bei der secundären Bilateralität jüngerer Echiniden und Holothurien, sowie bei der regellosen Anordnung des Skeletes vieler Cystideen tritt die Gleichwerthigkeit der 5 Antimeren ja äusserlich sehr zurück, aber in allen diesen Fällen ist, wo überhaupt eine Beurtheilung des Ambulacralsystemes möglich ist, dasselbe pentamer angelegt und nur in den einzelnen Strahlen in verschiedener Weise entwickelt, bezw. verkümmert. Eine Abweichung von der Pentamerie des Ambulacralsystemes, auf dem ja auch die Pentamerie des Skeletes beruht, tritt bei den Formen, deren innere Organe wir beurtheilen können, nur ausnahmsweise, d. h. zufällig oder pathologisch, allenfalls bei einzelnen Arten mit einer gewissen Regelmässigkeit ein. Bei den Plicatocriniden, wenigstens den bisher bekannten typischen Formen, ist das Abweichen von der Pentamerie die Regel und erfolgt nicht zufällig, sondern normal und sogar für einzelne Arten, wie *Plicatocrinus tetragonus*, mit ausnahmsloser Constanz. Am häufigsten ist die Entwicklung von 4 Antimeren, bei *Plicatocrinus* aber ist auch die einer grösseren Zahl, namentlich 6, gewöhnlich. Bei *Pl. hexagonus* kommen, dann allerdings als Ausnahme, sogar achtstrahlige Individuen vor, während *Tetracrinus* gelegentlich nur 3 Strahlen zeigt. Hier liegt unzweifelhaft eine nicht pentamere Anlage des Ambulacralsystemes vor, und für diese weiss ich nur die eine Erklärung zu finden, dass die Plicatocriniden während langer Zeiträume Riffformen waren und als solche zunächst pathologisch durch einseitige Nahrungszufuhr einzelne Antimeren stärker entwickelten, bis schliesslich die ererbte Tendenz, 5 Antimeren zu bilden, unter der steten Einwirkung der Lebensweise verloren ging. Es würde dies ein hereditäres Erwerben einer pathologischen Eigenthümlichkeit sein, was um so bemerkenswerther wäre, weil dabei eine der wichtigsten Stammescharaktere der Echinodermen zurücktritt.

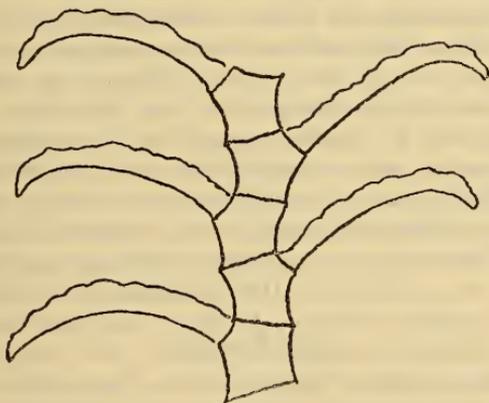
#### Der Bau der Arme.

Seitdem VON ZITTEL ein ziemlich vollständiges Exemplar eines *Plicatocrinus* beschrieben hat, weiss man, dass diese Gattung einen ganz eigenartigen Bau der Arme besitzt. Auf Grund älteren und neuen Materiales bin ich nun in der Lage, den gleichen Armbau auch bei *Tetracrinus* nachweisen zu können, und glaube mit demselben auch den Schlüssel zur Beurtheilung der Arme von *Hyocrinus* und *Saccocoma* gefunden zu haben.

Die Arme der Plicatocriniden beginnen mit einem Axillare, welches dem Radiale aufgesetzt und mit demselben durch eine echte Gelenkung verbunden ist. Diese untere Gelenkfläche zeigt

dasselbe Bild wie die obere Gelenkfläche der Radialia, während die Oberseite zwei seitlich abfallende Gelenkflächen zum Ansatz von zwei Hauptstämmen aufweist. Diese, welche also stets in doppelter Zahl der Antimeren des Kelches vorhanden, sind, soweit wir sie kennen, ungetheilt. Die einzelnen Armglieder sind derart gebaut, dass jedes Glied an seiner Oberseite einerseits das folgende Armglied, andererseits eine Pinnula trägt. Da die Stellung dieser letzteren bei den Gliedern abwechselt, so stehen die Pinnulae alternirend an den Armgliedern, während diese in der Mitte bezw. der Richtung des Hauptstammes eine zickzackartige Anordnung haben (vergl. Textfigur 2) und mit einander niemals

Figur 2.



durch Syzygie, sondern stets durch Gelenkung verbunden sind. Die Gelenkflächen zum Ansatz der Pinnulae sind gleich denen der Armglieder unter einander, nur etwa um  $\frac{1}{2}$  bis  $\frac{1}{3}$  kleiner als diese.

Die uns bekannten Pinnulae selbst zeigen die auffallendste Form, die bei Crinoiden bekannt ist. Die dorsalen Glieder der Pinnulae sind zu einem einheitlichen Stück verschmolzen, welches die Form einer Rinne besitzt und am distalen Ende sogar stark rückwärts gekrümmt sein kann. Bei den untersten zwei Pinnulis scheint eine ein- bis zweimalige Gliederung der Rinne gewöhnlich zu sein. Eine derartige Form der Pinnulae steht zwar ganz isolirt, ist aber doch mit den diesbezüglichen Organisationsverhältnissen anderer Crinoiden vereinbar. Was wir bei *Plicatocrinus* von den Pinnulis sehen, ist natürlich nur das dorsale Skelet derselben. Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass sich an den Rändern der Rinne die Saumplättchen zum Schutz der Weichtheile in der

Rinne ansetzen. Wahrscheinlich zum leichteren Ansatz jener Saumplättchen dienten die Auszackungen der Ränder, welche bei *Pl. tetragonus* sehr auffällig sind. Im Innern der Rinne lagen die Weichtheile, also ambulacrale Blut- und Nervengefäße, und fand vielleicht auch die Bereitung und Bergung der Geschlechtsproducte statt. An dem unteren Ende einer solchen Pinnula von *Pl. tetragonus* erkennt man stets deutlich eine schwach sculpturirte Gelenkfläche, auf welcher die bekannten Theile: Axialkanal, Querriff, Ligament- und Muskelgruben, kenntlich sind (Taf. XXV, Fig. 6b). Ueber dem proximalen Gelenk schmürt sich die Rinne etwas ein, um danach bis zum Ende ziemlich gleiche Breite und Tiefe inne zu halten. Bei *Pl. tetragonus* sind die Rinnen in sehr charakteristischer Weise dorsal, also auswärts gekrümmt, während die Innenseite der Rinne ventralwärts gerichtet ist. Die Biegung dürfte an den unteren Stücken geringer sein, an den oberen etwa bis zu  $\frac{1}{3}$  eines Kreises steigen; das distale Ende ist dabei etwas stärker gebogen als das proximale. Die Verschiedenheiten, die *Pl. Fraasi* gegenüber *Pl. tetragonus* im Bau der Pinnulae zeigt, sind so beträchtlich, dass der übrige Armbau beider vielleicht grössere Verschiedenheiten aufwies, als wir bei der sonstigen Aehnlichkeit beider Arten vermuthen können. Dass die Bildung dieser Rinnen auf einen Verschmelzungsprocess des ursprünglich oft gegliederten Dorsalskeletes der Pinnula beruht, kann nicht bezweifelt werden. Es wäre interessant und in phylogenetischer Hinsicht wichtig zu erfahren, wie sich *Tetracrinus* hinsichtlich dieser Theile verhalten hat. Man würde dann wohl entscheiden können, ob die Verschmelzung der Glieder bei *Plicatocrinus* phyletisch von einer Massivirung des Skeletbaues bei den Vorfahren herrührt, oder ob dieselbe eine Neubildung ist; die gerade durch die Verdünnung des dorsalen Pinnularskeletes und namentlich der Wandungen herbeigeführt ist. In jedem Falle müssen wir diese Bildungen mit den entsprechenden Theilen von *Hyocrinus* vergleichen, wozu sich in dem späteren Capitel über diese Form Gelegenheit bieten wird.

Ob der geschilderte Typus des Armbaues für die ganzen Arme der Plicatocriniden oder nur für deren proximale Theile gilt, ist fraglich, da man bisher ganz vollständige Arme noch nicht kennt. Dass die Arme von *Plicatocrinus Fraasi* ZITT. (vergl. die Textfigur p. 637) bis zu ihren distalen Enden erhalten sein sollten, erscheint durchaus nicht wahrscheinlich, da sich ihre distalen Skelettheile keineswegs so verjüngen, wie dies dann nach Analogie der anderen Crinoiden zu erwarten wäre. Auch in besonderer Rücksicht auf die sonstige Organisation dieser Form erschiene jene Annahme unwahrscheinlich, da so kurze, plumpe

Arme dann im Widerspruch stehen würden zu dem sonst so zierlichen Bau des Kelches.

Ferner liegen mir von *Plicatocrinus tetragonus* Armglieder von verschiedener Grösse vor, derart, dass die kleinsten zwar ziemlich lang sind, dabei aber an Durchmesser so abgenommen haben, dass sie nur etwa ein Drittel von der Dicke der proximalen Glieder erreichen. Auch ihre Gelenkflächen für die folgenden Glieder des Armstammes werden entsprechend kleiner. Von den einheitlichen Pinnulis haben sich nun aber nur solche gefunden, welche zu den grösseren Armgliedern passen, während solche, welche für die kleineren Armglieder passend wären, kaum von einem so sorgfältigen Sammler wie LANGENHAN übersehen worden wären, wenn sie überhaupt vorhanden gewesen wären. Andererseits werden die Seitengelenke an den oberen Armgliedern relativ grösser als an den unteren, so dass dieselben auch relativ grössere Pinnulae getragen haben müssen als die der unteren Glieder. Das aber scheint mir die Annahme nahe zu legen, dass an den oberen Armgliedern abweichend organisirte, d. h. normal gebaute, vielgliedrige Pinnulae oder Seitenäste ansassen, wie wir sie an den distalen Theilen der Arme bei *Saccocoma* und schliesslich auch bei *Hyocrinus* antreffen. Dass diese fossil nicht erhalten waren, würde sich dann aus ihrer Zartheit und minimalen Grösse ihrer Glieder sehr leicht erklären.

### Der Stiel.

Die Befestigung der am besten bekannten Plicatocriniden erfolgt durch einen gegliederten Stiel, während einige unvollständiger bekannte, ältere Formen den Stiel reducirten oder sich sogar unmittelbar mit der Unterseite des Kelches auf einer fremden Unterlage befestigten. Die Stielglieder sind lang cylindrich (*Plicatocrinus*) oder tonnenförmig (*Tetraerinus*); bei massig gebauten Formen von ganz auffallend wechselnder Höhe (vergl. Taf. XXVII, Fig. 14) und Dicke (Taf. XXVII, Fig. 15). Bei Formen mit reducirtem Stiel ist bisweilen noch ein unten wurzelartig verbreitetes Stielglied kenntlich, welches in der Form denen von *Tetraerinus* am nächsten steht. Die hinsichtlich der Reduction des Stieles zu beobachtenden Verhältnisse sind durchaus analog denen, welche ich bei Holopocriniden (l. c., pag. 591) ausführlich besprochen habe. Die Gelenkflächen sind am Rande mit wenigen radialen Leisten gestrahlt, deren Anordnung sich nicht selten der Zahl der Antimeren des Kelches anpasst. So sind bei *Plicatocrinus tetragonus* gewöhnlich die Leisten im Kreuz gestellt, bei *Eugeniocrinus astralis* QUENST., der zum grössten Theil bzw. in den typischen Exemplaren zu *Plicatocrinus* gehören dürfte,

tritt uns eine entsprechende höhere Zahl gestrahlter Partien entgegen. Bei *Tetracrinus* ist der centrale Theil der Gelenkfläche um den Nahrungskanal herum bisweilen in auffallender Weise erhöht, so dass man entweder annehmen muss, dass sehr starke Bänder und Sehnen den Raum zwischen den randlichen Partien der Glieder einnahmen, oder verstümmelte Exemplare vorliegen.

Die Form der Stielglieder, wie sie uns bei den Plicatocriniden entgegentritt, ist schwer vereinbar mit der Organisation zierlicher Tiefseebewohner. Die Länge der einzelnen Glieder, die geringe Sculptur ihrer Gelenkflächen deutet entschieden darauf hin, dass der Stiel der Plicatocriniden nur langsam schwerfälliger Bewegungen fähig war, wogegen die Dicke der einzelnen Glieder und die Grösse und geringe Zahl der Articulationen dem Körper eine erhebliche Festigkeit und Widerstandskraft verleihen mussten. Dieser Bau der Stielglieder, wie ihn besonders typisch *Tetracrinus* aufweist, erinnert also an den Rifftypus, der auch in dem Bau anderer Theile zum Ausdruck kommt. *Plicatocrinus tetragonus* hat sich wohl von diesem Typus auch im Stielbau am weitesten entfernt. Seine Stielglieder bleiben zwar lang und wahrscheinlich wenig zahlreich, aber sie sind wenigstens regelmässig gebaut und verhältnissmässig dünner geworden. Ich halte diese Entwicklung des Stieles also für secundär und glaube, dass sie aus schwerfälligen Rifftypen hervorgegangen ist (vergl. die Beschreibung von *Tetracrinus*). Wollte man den relativ zierlichen Stielbau eines *Plicatocrinus tetragonus* als eine primitivere Bildung betrachten als den von *Tetracrinus* und *Eudesicrinus*, so würden seine Eigenthümlichkeiten gegenüber dem Typus echter Tiefseebewohner unverständlich sein. Sie erklären sich aber sehr einfach, wenn man annimmt, dass bei den Vorfahren von *Plicatocrinus* der Rifftypus stärker ausgeprägt war.

Unter dem Namen *Eugeniocrinus astralis* beschrieb F. A. QUENSTEDT<sup>1)</sup> Stielglieder, die mit *Plicatocrinus hexagonus* zusammen vorkommen und die ich ihrem ganzen Habitus nach nur als Stielglieder dieser Form betrachten kann. So mannichfach die äussere Form derselben ist, so weisen die Uebergänge in der Form und ein constanter Typus der Gelenkflächen auf ihre Zusammengehörigkeit hin. Auf Tafel XXVI habe ich einige der charakteristischsten Formen in Figur 9 — 11 mit *Plicatocrinus hexagonus* zusammengestellt. Damit ist aber die Mannichfaltigkeit derselben noch durchaus nicht erschöpft, wie ein Blick auf die von QUENSTEDT abgebildeten Formen zeigt.

<sup>1)</sup> QUENSTEDT. Asteriden u. Encrimiden, p. 430, t. 106, t. 29—42.

### Der allgemeine Habitus.

In Betreff des allgemeinen Habitus der Plicatocriniden geht aus dem Gesagten hervor, dass dieselben keine zierlich und scharf regulär gebauten Crinoiden sind, wie etwa die Pentacriniden unter den jüngeren Formen. Die unförmliche Reduction des Stieles und die ungleichmässige Entwicklung der einzelnen Antimeren bei den liasischen Formen, das Aufgeben der Pentamerie bei den oberjurassischen Typen, deren wenig gegliederter, schwerfälliger Arm- und Stielbau unterscheiden diese Formen von den reich gegliederten, lang gestielten und streng pentamer gebauten Bewohnern ruhiger Meerestiefen und nähern sie in ihrem allgemeinen Typus derart den Eugeniocriniden, dass sie vielfach diesen selbst systematisch zugeordnet wurden. Unter dem allgemeinen Habitus treten zwar die charakteristischen Eigenthümlichkeiten der Familien äusserlich zurück, lassen aber doch bei genauerer Betrachtung erkennen, dass die Aehnlichkeit z. B. mit den Holopocriniden nur eine äussere ist, dass beide z. Th. analog entwickelte Typen darstellen. Die analoge Entwicklung erklärt sich aus der gleichen Lebensweise beider, für welche besonders das geologische Vorkommen spricht.

### Das geologische Vorkommen.

Was zunächst die verticale Verbreitung der Plicatocriniden betrifft, so sind dieselben nach dem jetzigen Stand unserer Kenntnisse beschränkt auf die Abtheilungen der Juraformation. Die ältesten, allerdings noch zweifelhaften Vertreter treten im mittleren Lias auf, die jüngsten kennen wir aus dem oberen Malm.

Die horizontale Verbreitung liegt in ebenso engen Grenzen, indem die älteren liasischen Formen in Nord-Frankreich und dem westlichen Deutschland auftreten, die jüngeren Formen auf den Malm des Jurazuges und ein isolirtes Vorkommen im östlichen Deutschland beschränkt sind. Man muss aber gerade hier bei der Kleinheit der Skeletreste und der Lückenhaftigkeit der paläontologischen Ueberlieferung mit der Möglichkeit rechnen, dass jene engen Grenzen der Verbreitung jeden Augenblick durch neue Funde sehr erheblich erweitert werden können.

Ueber die besondere Art des Vorkommens lässt sich von den Plicatocriniden z. Th. dasselbe sagen wie von den Holopocriniden. Im schweizer und schwäbischen Jura kommen beide neben einander vor und zwar auf Schwammriffen mit einer typischen Riffauna vergesellschaftet. An dem oberjurassischen Fundort in der Provinz Posen fehlen auffallender Weise die Holopocriniden neben ihnen gänzlich, während diese ihrerseits wieder in

den Fundorten des obersten Jura und der untersten Kreide in Mähren die Plicatocriniden vollkommen ausschliessen. Das Gleiche gilt von den Vorkommnissen im Neocom Süd-Frankreichs. Die Plicatocriniden des mittleren Lias kommen in Verhältnissen vor, deren Riffnatur ebenfalls kaum fraglich sein kann.

*Plicatocrinus* MÜNST.

Taf. XXV u. XXVI.

Kelch aus einem schüsselförmigen Basalkranz und einem Kranz dünner Radialia gebildet; auf beiden verlaufen radial leistenförmige Verdickungen. Die Axialkanäle an der Innenseite der Täfelchen unter Leisten verlaufend. Pinnulae rinnenförmig. Die untersten einige Male gegliedert, die darüber folgenden ein einziges dorsales Stück bildend. Enden der Arme unbekannt. Stiel aus langen cylindrischen Gliedern bestehend, deren Gelenkflächen entsprechend der Zahl der Antimeren am Rande gestrahlt sind. Die Zahl der Antimeren zwischen 4 und 8 wechselnd.

Die Gattung *Plicatocrinus* wurde im Jahre 1839 vom Graf zu MÜNSTER<sup>1)</sup> auf Grund eines schüsselförmigen Basalkranzes aus dem Malm von Streitberg in Franken errichtet. QUENSTEDT fand später<sup>2)</sup> auch die dazu gehörigen Radialia, ohne aber auf deren nähere Deutung und die systematische Stellung der Gattung einzugehen. Aus dieser Reserve ist er auch später nicht herausgetreten, obwohl er sich eingehend mit den Eigenthümlichkeiten des *Plicatocrinus hexagonus* beschäftigte. Im Gegensatz zu MÜNSTER, der den unteren verschmolzenen Kranz richtig als „Becken“ gedeutet hatte, betrachtete er diesen als ersten und den oberen als zweiten Radialkranz. K. v. ZITTEL schloss sich dieser Auffassung an, förderte aber die Beurtheilung von *Plicatocrinus* schon dadurch sehr bedeutend, dass er auf dessen nahe Verwandtschaft mit *Hyocrinus* hinwies<sup>3)</sup>. Später beschrieb derselbe Autor ein prachtvolles Exemplar eines *Plicatocrinus* aus den oberjurassischen Schiefern von Nusplingen als *Pl. Fraasi* und lehrte damit einen der eigenartigsten Typen von Crinoiden, besonders hinsichtlich des Armbaues näher kennen<sup>4)</sup>. In Betreff der Deutung der Kelchtheile blieb er bei seinen früheren Auffassungen stehen und modificirte seine Annahme, dass *Plicatocrinus*

<sup>1)</sup> ZU MÜNSTER. Beiträge zur Petrefactenkunde, Bd. I, p. 89, t.

<sup>2)</sup> F. A. QUENSTEDT. Der Jura. Tübingen 1858, p. 661, t. 81, f. 6.

<sup>3)</sup> VON ZITTEL. Handbuch der Palaeontologie, Bd. I, p. 387.

<sup>4)</sup> Derselbe. Sitzungsber. der kgl. baier. Akad. d. Wiss., München 1882, Bd. III, p. 105

und *Hyocrinus* ident seien, dahin, dass beide zwar generisch zu unterscheiden, aber in derselben Familie zu belassen seien. P. H. CARPENTER trat der genannten Deutung der Kelchtheile von *Plicatocrinus* entgegen und trennte *Hyocrinus* davon weiter ab.

Die Gattung *Plicatocrinus* in der hier gewählten Auffassung begreift diejenigen Plicatocriniden, bei welchen der Kelch eine weite Höhlung darstellt, die von dünnen Kelchtäfelchen umgrenzt wird. Ein unterer Kranz ist als Basalkranz aufzufassen und besteht aus verschmolzenen Basalien, deren ursprüngliche Grenzen noch durch die Spaltbarkeit und den Verlauf der Axialkanäle nachweisbar sind. Die Axialkanäle verlaufen an der Innenwand der Plättchen unter schwachen Erhabenheiten, bisweilen und namentlich beim Uebertritt in andere Plättchen in offenen Furchen. Unterhalb der Arme, also in radialer Richtung, verlaufen aussen am Kelch leistenartige Verdickungen der Kelchtäfelchen.

Die Arme von *Plicatocrinus* sind allein innerhalb dieser Familie bekannt und müssen daher als Typus derselben dienen; sie können dies umso mehr als die bekannten Theile der beiden anderen Formen wesentliche Unterschiede gegenüber *Plicatocrinus* nicht erkennen lassen. Die paläontologischen Funde ergänzen sich hier in sehr erfreulicher Weise, indem *Pl. tetragonus* den anatomischen Bau der einzelnen Skeletstücke auf das Genaueste erkennen lässt, während uns *Pl. Fraasi* die Anordnung derselben und den Typus des Armbaues klar vor Augen führt. Dass allerdings mit den uns bekannten Theilen die Arme von *Plicatocrinus* ganz vollständig bis an ihr distales Ende bekannt seien, wurde schon oben als unwahrscheinlich hingestellt.

Die uns vorliegenden proximalen Theile der Arme sind dadurch ausgezeichnet, dass die Armglieder unter einander nur durch Gelenkungen verbunden sind, dass sie alternirend gestellt sind und wechselseitig stachel- oder rinnenförmige Pinnulae tragen. Der Mangel syzygialer Verbindungen steht in der Anatomie der Crinoiden nicht vereinzelt da. Das Gleiche findet sich in der Regel bei den Formen, deren Arme massig gebaut sind, da in diesem Falle die durch Syzygie verbundenen Glieder mit einander verschmelzen. Dass die Glieder alternirend Pinnulae tragen, ist ebenfalls durchaus gewöhnlich, vollkommen ungewöhnlich ist dagegen die Gestalt dieser letzteren. Denn während wir sonst immer die Arme und namentlich deren distale Theile, wie Seitenäste und Pinnulae, in zahlreiche Glieder zerlegt sehen, welche diesen Theilen eine grosse Beweglichkeit verleihen, finden wir hier die auffälligsten Verschmelzungen Platz greifen. Die Tafel XXV, Figur 1 abgebildete Pinnula von *Plicatocrinus tetragonus* besteht aus einer gebogenen Rinne, in deren Wandungen nicht

einmal Verschmelzungsnähte mehr kenntlich sind. Sie bildete also ein vollkommen einheitliches Stück und da durch eine Einschnürung und Gelenkfläche ihr proximales und durch eine normale Abrundung ihr distales Ende unverkennbar ist, so repräsentirt das Stück also das ganze Dorsalskelet eines Seitenastes bezw. einer Pinnula. Die unteren Armglieder tragen (ein oder wahrscheinlich immer zweimal) gegliederte Rinnen, deren Theile mit ziemlich ebenen Gelenkungen an einander stossen, aber wahrscheinlich kaum gegen einander bewegt wurden. Noch auffälliger wird die Form dieser Stücke bei *Pl. Fraasi*, bei welchem die Rinnen verkürzt und geradezu dolchförmig gestaltet sind (vergl. die Textfigur 3, pag. 637). Von *Pl. hexagonus* sind diese Theile unbekannt, sie dürften aber in entsprechender, bis jetzt vielleicht für *Problematica* oder z. B. Cidaridenzähne gehaltenen Form vorhanden gewesen sein.

Die Zahl der Arten von *Plicatocrinus* ist gering. Wenn wir zunächst von den sehr unvollkommen bekannten Resten aus dem Lias absehen, sind uns nur 3 Arten aus dem oberen Jura bekannt, nämlich *Pl. hexagonus* aus dem Oxfordien des Jura-zuges, *Pl. tetragonus* aus den gleichalterigen Schichten des polnischen Juragebietes und *Pl. Fraasi* aus den Plattenkalken von Nusplingen.

*Plicatocrinus Fraasi* v. ZITTEL.

Textfigur 3 auf pag. 637.

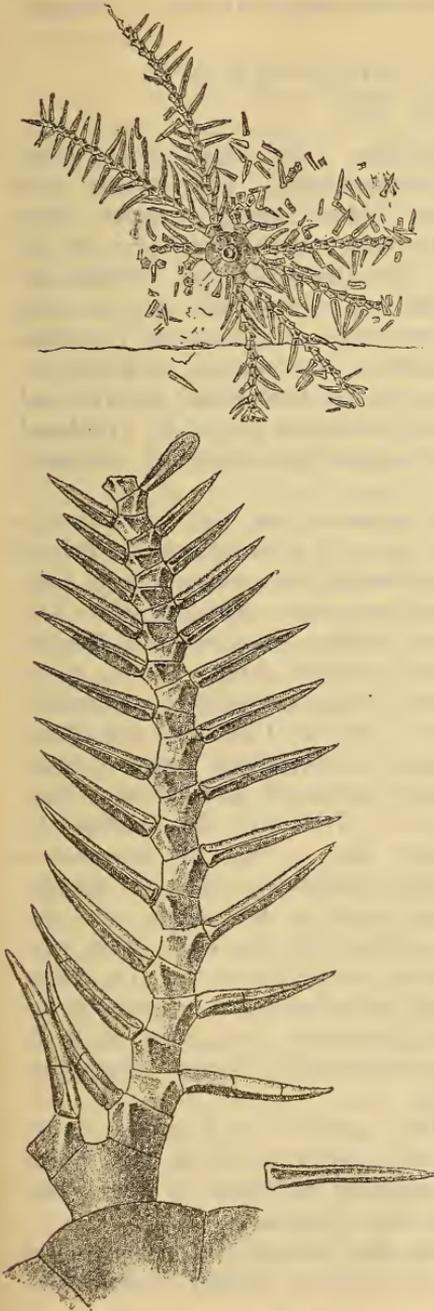
*Plicatocrinus Fraasi* K. A. ZITTEL: Ueber *Plicatocrinus Fraasi*. Sitz.-Ber. d. II. Cl. d. kgl. baier. Akad. d. Wiss., München 1882, Bd. XII, p. 105.

— — R. HÖRNES. Elemente d. Paläontologie, 1884, p. 146, Textfigur No. 178.

Basalkranz klein, niedrig, mit einem gerundeten Stielansatz; 6 Radialia, welche längs ihrer Höhenaxe ausgewölbt sind. 6 Arme, die sich am ersten Gliede gabeln, dann etwa zwanzig Glieder aufweisen, welche alternirend Pinnulae tragen. Die Pinnulae kurz stachel förmig mit einer dorsalen Leiste und einer ventralen Rinne, am distalen Ende zugespitzt; die unteren in der Nähe des Kelches durch zwei Nähte quergegliedert, die folgenden eintheilig. Die distalen Theile der Arme, ebenso Stiel und Ventralseite unbekannt.

Da ich in der Deutung der Kelchtheile von der seiner Zeit durch v. ZITTEL vertretenen Auffassung abweiche, so glaubte ich eine erneute Definition dieser Art geben zu müssen. Indem ich in Betreff der übrigen Eigenthümlichkeiten auf die Darstellung seitens ihres Autors sowie auf die nebenstehende Copie

Figur 3.

*Plicatocrinus Fraasi.*

(Textfigur 3) nach seiner Abbildung verweise, möchte ich nur noch Folgendes hervorheben. Wie oben bemerkt wurde, ist es wahrscheinlich, dass die uns bekannten Arme nur deren proximale Abschnitte sind, und dass ihre nicht erhaltenen Enden Seitenäste abgaben und also einen Gesamthabitus wie die von *Hyocrinus* und *Saccocoma* besaßen. Da eine deutliche Gelenkfläche für den Stiel sichtbar ist, so muss ein solcher vorhanden gewesen sein; diese Form kann also nicht den erwachsenen Zustand von *Saccocomiden* darstellen, wie gelegentlich vermuthungsweise geäußert wurde. Durch seinen sechstheiligen Bau stellt sich *Plicatocrinus Fraasi* dem *Pl. hexagonus* an die Seite; ob dadurch allein freilich bei der in der Familie üblich gewordenen Abweichung von der Pentamerie eine nähere Verwandtschaft dieser Formen involvirt wird, erscheint fraglich. Von *Pl. tetragonus* unterscheidet sich diese Art, abgesehen von der Zahl ihrer Antimeren, durch kräftigeren Bau ihrer Armglieder und den stachelförmigen Charakter ihrer unteren Pinnae.

Das eine, einzig gebliebene Exemplar dieser Art stammt aus den oberjuras-

ischen Kalkschiefern von Nusplingen und befindet sich in der paläontologischen Sammlung des Hof-Naturalienkabinetts in Stuttgart.

*Plicatocrinus tetragonus* n. sp.

Taf. XXV.

Der Körper stets vierstrahlig. Der Basalkranz niedrig, schüsselförmig mit concaver Aussenwölbung. Die Radialia unten abgestutzte gleichseitige Dreiecke bildend, aussen in ihrem oberen Theile mit kleinen Knötchen versehen. Die Gelenkflächen für die Arme ziemlich breit, etwa  $\frac{4}{5}$  des Oberrandes der Radialia einnehmend. Die Armglieder ziemlich dünnwandig, aussen stark convex geschweift, an der Ventralseite mit knotigen Verdickungen. Das Dorsalskelet der Pinnulae rinnenförmig rückwärts gebogen, mit dünnen Wandungen, die am Ventralrand gekerbt sind. Stielglieder hoch cylindrisch mit einfachem centralem Axialkanal, die Gelenkflächen der Glieder peripherisch gewöhnlich viertheilig gestrahlt.

Die Entwicklung von 4 Antimeren ist bei dieser Art so constant geworden, dass von etwa 22 untersuchten Exemplaren sämtliche Basalkränze den tetrameren Bau zeigten. Diese Thatsache ist in hohem Grade bemerkenswerth, denn sie zeigt, dass eine ursprünglich jedenfalls nur zufällig auftretende Erscheinung eine volle spezifische Constanz erlangen kann. Dass unsere hier besprochenen Crinoiden von 5theiligen Vorfahren abstammen, kann nicht bezweifelt werden. Welche Umstände individuelle Abweichungen von der Pentamerie herbeigeführt haben können, wurde oben besprochen, ist aber schliesslich gleichgültig. Thatsächlich ist jedenfalls, dass diese Tetramerie bei unserer Art eine solche Constanz erlangt hat, dass in den 22 untersuchten Fällen auch nicht eine individuelle Abweichung, nicht ein atavistischer Rückschlag zur Pentamerie mehr zu beobachten war. Bei den anderen *Plicatocriniden* ist dies nicht der Fall; denn wenn auch bei *Plicatocrinus hexagonus* die Hexamerie und bei *Tetracrinus* die Tetramerie zur Regel geworden sind, so erscheint bei diesen zwar das Aufgeben der Pentamerie, aber noch nicht die Ausbildung einer bestimmten abweichenden Anlage einem ausnahmslosen Gesetze unterworfen.

Ihren morphologischen Bau nach ist im Uebrigen unsere Form gegenüber den anderen Arten namentlich durch zwei Eigenschaften ausgezeichnet, ihren zierlichen Skeletbau im Allgemeinen und die sonderbare Ausbildung ihrer Pinnulae.

Zunächst wird der zierliche Bau unserer Art bedingt durch die Dünnwandigkeit und die geschweiften Formen ihrer Skelet-

theile. Diese Eigenschaften machen sich besonders an den Armgliedern geltend, wie ein Blick auf Tafel XXV, Figur 1, 4 und 8 beweist.

Die Ventralfurche ist hier so stark ausgeweitet, dass das Armglied nur als dünne Wand dieser Rinne erscheint. Auch an den dünnen, regelmässig geformten Stielgliedern kommt der zierliche Habitus unserer Art zum Ausdruck.

Die Pinnulae zeigen unstreitig die merkwürdigste Form, die bei Crinoiden beobachtet ist, so dass ich ebenso wie Herr LANGENHAN diese Theile zunächst als räthselhafte Problematica betrachtete. Später erkannte ich ausser ihrer späthigen Echinodermen-Structur ihre unzweideutige Gelenkfläche an dem verdickten, also proximalen Ende, und da diese durchaus zu denjenigen der Armglieder unserer Form passt, so liess sich die Annahme, dass beide zusammen gehören, nicht mehr von der Hand weisen. Da nun ferner ihre grosse Zahl durchaus dem Vorkommen von 22 Individuen entsprach, und überdies entsprechende Bildungen bei *Pl. Fraasi* bereits durch Herrn v. ZITTEL bekannt gemacht worden waren, ist an ihrer Deutung und Zugehörigkeit zu *Pl. tetragonus* nicht mehr zu zweifeln. Sehr auffällig ist nun ihre Rückbiegung und Länge gegenüber denen von *Pl. Fraasi*. Dass solche Rinnen durch eine Verschmelzung der dorsalen Pinnularglieder entstanden sein müssen, wurde bereits betont, und auch auf die ähnliche Form der Eier tragenden unteren Pinnulae von *Hyocrinus* hingewiesen. Das Vorkommen von kräftigen kürzeren Stücken (Taf. XXV, Fig. 5 u. 6), welche an beiden Enden Gelenk- bzw. Syzygialflächen tragen, zeigt, dass bei dieser Art ebenso wie bei *Pl. Fraasi* die unteren Pinnulae noch einige Mal gegliedert waren.

Die Zahl der einzelnen Skelettheile steht in bestem Einklange, abgesehen von der geringen Zahl von Stielgliedern, die aber vielleicht z. Th. von so geringen Dimensionen waren, dass sie sich der Beobachtung entzogen. Im Uebrigen kamen auf 22 Patinae etwa 80 Radialia und etwa 65 (wegen der geringeren Grösse fallen diese weniger auf) Axillaria. Die Armglieder liegen in geringer Zahl vor, da namentlich die oberen sehr an Grösse abnehmen, während die auffallend geformten Pinnulae von Herrn LANGENHAN in grosser Anzahl gesammelt wurden.

Die Exemplare sind auf Tafel XXV sämmtlich etwa um das Zehnfache vergrössert. Dieselben stammen, wie alle Exemplare dieser Art, aus den Oxfordschichten von Hansdorf bei Inowrazlaw und sind von ihrem Finder in dankenswerther Weise der paläontologischen Sammlung des Museums für Naturkunde in Berlin überwiesen worden.

*Plicatocrinus hexagonus* MÜNSTER.

Taf. XXVI.

- Plicatocrinus hexagonus* Graf v. MÜNSTER. Beiträge z. Petrefactenkunde, Bayreuth 1839, Bd. I, p. 89, t. 11, f. 5.  
 — *pentagonus* Graf v. MÜNSTER, ebenda, p. 89, t. 11, f. 6.  
 — *hexagonus* F. A. QUENSTEDT. Handbuch d. Petrefactenkunde, Tübingen 1852, p. 618, t. 53, f. 53; 2. Aufl., 1867, p. 734, t. 67, f. 53; 3. Aufl. 1885, p. 937, t. 74, f. 45—49. Der Jura, 1858, p. 661, t. 81, f. 6, 7.  
 — *pentagonus* F. A. QUENSTEDT. Handbuch d. Petrefactenk., 1852, p. 616; 2. Aufl. p. 734.  
*Eugeniocrinus astralis* F. A. QUENSTEDT. Asteriden und Encriniden nebst Cysti- und Blastoideen, 1876, p. 430, t. 106, f. 29—42.  
*Plicatocrinus hexagonus* F. A. QUENSTEDT. Ibidem, p. 443. t. 106, f. 117—129.  
 — — K. A. ZITTEL. Handb. der Paläontologie, I, 1876—1880, p. 388, Textfigur No. 275.  
 — — P. DE LORIOI. Crinoides fossiles de la Suisse, Genf 1877 bis 79, p. 246, t. 19, f. 49—53.

Körper meist 6theilig, ausnahmsweise 5, 7 oder 8 Antimeren entwickelnd. Die Kelchtafeln Radialia und Basalia unter den Armen, also in radialer Richtung verdickt. Die Gelenkflächen für die Arme etwa  $\frac{1}{2}$  bis  $\frac{2}{3}$  des Oberrandes der Radialia einnehmend. Armtheile unbekannt. Die Gelenkfläche für das oberste Stielglied innen vertieft, an der Peripherie mit interradialen, nach innen vorspringenden Zapfen versehen. Die wahrscheinlich hierher gehörigen Stielglieder cylindrich, von wechselnder Höhe, bisweilen in der Mitte ihrer Höhe ringförmig verdickt. Die Gelenkflächen der Stielglieder eben, mit einfachem, centralem Axialkanal, an der Peripherie mit ungefähr 6 bis 7 kurzen Radialleisten versehen. Das untere Ende des Stieles unter Anschwellungen gegabelt.

Die ausserordentlich seltenen Reste dieser Art geben uns über die Organisation derselben nur sehr unvollkommenen Aufschluss. Was an der Art besonders auffällt, ist die Zahl der Antimeren, die in der Regel 6 beträgt, in vereinzeltten Fällen aber bis 7, ja sogar bis 8 steigt.

Die Eigenschaft, welche allen Plicatocriniden zu ihrem Namen (Faltencrinoiden) verholfen hat, ist bei *Pl. hexagonus* typisch und beruht auf einer leistenartigen Verdickung der Kelchwandung unter den Armen (vergl. Taf. XXVI, Fig. 1). Die physiologische Bedeutung dieser Verdickung ist jedenfalls die, dass der an sich sehr dünnwandige Kelch zum Tragen der Arme gekräftigt wird. Aehnliche Verhältnisse treten uns ja in augenscheinlicher Weise auch bei anderen Crinoiden, z. B. *Periechocrinus*, *Glyptocrinus*, *Saccocrinus* und von jüngeren Formen namentlich bei *Saccocoma* entgegen. Man wird hier bei unserer Form die Bildung der

Leiste wohl nicht so aufzufassen haben, dass sich dieselbe erst auf den gleichnässig dünnen Kelchplatten nachträglich aufsetzte. Vielmehr scheint mir, dass sich dieselbe erst dadurch heraus hob, dass die Seitentheile, die einem Druck von oben weniger unterliegen, sich verdünnt haben.

Nur an dem einen in Figur 1 abgebildeten Exemplar der Tübingener Sammlung sitzen die Radialia noch dem Basalkranz auf. Sonst sind dieselben immer isolirt gefunden worden. Ihre Gestalt wechselt insofern, als die Seitentheile des Oberrandes, welche von der Gelenkfläche nicht eingenommen werden, in verschiedener Weise sich einwärts überwölben (Taf. XXVI, Fig. 2). Auch die Gelenkfläche selbst tritt in verschiedener Weise auswärts vor, so dass die Seitenansicht der Radialia in dieser Hinsicht kleine Unterschiede aufweist.

Die Form der Patina variirt, abgesehen von der Zahl ihrer Antimeren, insofern, als sie bisweilen sehr hoch (Fig. 5 d), bisweilen sehr flach schüsselförmig ist (Fig. 4 und 7<sup>1)</sup>). Ihre untere Gelenkfläche für das oberste Stielglied ist gewöhnlich ziemlich tief ausgehöhlt und zeigt randlich gestellte Gelenkzapfen bezw. -Gruben, welche gewöhnlich nach den Strahlen des Körpers orientirt sind (Fig. 5 u. 6).

Die mit den Kelchtheilen zusammengestellten Stielglieder (Fig. 8—11), welche von QUENSTEDT als *Eugeniocrinus australis* beschrieben wurden, stelle ich namentlich deswegen hierher, weil sie erstens zu keinen anderen, neben ihnen vorkommenden Kelchen in Beziehung gebracht werden können, und weil die durchschnittlich 7 Leisten auf ihren Gelenkflächen mit der Zahl der Antimeren bei unserer Form im besten Einklange stehen.

Die Tafel XXVI abgebildeten Exemplare entstammen dem schwäbischen und fränkischen Jura und gehören der Tübingener und Münchener Sammlung an. Sie sind bereits von F. A. QUENSTEDT bezw. v. ZITTEL abgebildet worden. Die ihnen hier zu Theil gewordene 4fache Vergrößerung wird die Beurtheilung ihrer Eigenthümlichkeiten wesentlich erleichtern.

#### *Tetracrinus* MÜNSTER.

Taf. XXVII u XXVIII.

*Tetracrinus* Graf zu MÜNSTER. Beiträge zur Petrefactenkunde, 1839, I, p. 88.

Kelch- und Armtheile sehr verdickt. Der Basalkranz innen bis auf eine kleine centrale Einsenkung

<sup>1)</sup> Die Figur 7 abgebildete Patina ist in Wahrheit viel flacher, als es nach dem starken Schatten im Kelch zu vermuthen ist.

ausgefüllt, so dass er als scheibenförmige oder cylindrische Patina nur die Unterlage der centralen Weichtheile bildet. Die Radialia nach innen stark verdickt, ihre Gelenkflächen für die Arme kräftig sculpturirt. Meist 4, ausnahmsweise 3, 5 oder 6 Antimeren entwickelt. Armglieder cylindrisch mit schmaler Venturfurche. Die Aussenseite der Skelettheile gekörnelt oder granulirt. Die Stielglieder sehr variabel, meist cylindrisch bis tonnenförmig. Das centrale Axialloch sehr klein, in einiger Entfernung von demselben ein Kranz radial gestellter, kurzer Gelenkleisten. Wurzel, Kelchdecke, Seitenglieder der Arme unbekannt.

Graf zu MÜNSTER kannte von unserer Gattung zunächst nur Stielglieder und die Patina, von welcher er annahm, dass sie als oberstes Stielglied die Stelle des Beckens vertrete. GOLDFUSS übernahm in seinen *Petrefacta Germaniae* die MÜNSTER'sche Auffassung, dass die Reste zu *Eugeniocrinus* gehören. Später lernte Graf zu MÜNSTER auch die Radialia prima kennen und gründete nun auf die genannten Theile seine Gattung *Tetraocrinus* (Beitr.. I, p. 88). In erster Linie betonte er als wesentlich die Viertheiligkeit der Kelche, „da das obere Beckenglied sowohl als die Rippenglieder bei über 100 untersuchten Exemplaren jedesmal vierfach, nie fünffach, getheilt sind“.

F. A. QUENSTEDT erkannte noch bei seiner eingehenden Beschreibung des *T. moniliformis*<sup>1)</sup> die generische Selbstständigkeit dieses Formenkreises nicht an, sondern stellte ihn wieder wie GOLDFUSS zu *Eugeniocrinus*. Im Uebrigen lieferte er eine ausserordentlich sorgfältige Beschreibung der einzelnen Theile und deutete sogar die Armglieder durchaus correct als solche. Die hier auf Tafel XXVII zusammengestellten Stücke sind bereits von QUENSTEDT abgebildet worden. allerdings in so kleinen Dimensionen, dass ihre charakteristischen Merkmale daran kaum hervortreten. Es mag dies auch der Grund sein, dass QUENSTEDT selbst ihre durchgreifenden Unterschiede gegenüber den Eugeniocriniden nicht erkannte. Allerdings wurde sein Urtheil in dieser Hinsicht noch durch eine andere Vorstellung beeinflusst. Obwohl er nämlich sah, dass die centrale Aushöhlung der Patina (des Beckengliedes wie er es nennt) „schon zur Leibeshöhle des Thieres gehört“, deutete er dieses Kelchstück doch nicht als Basalkranz, weil dasselbe nur 3 Blätterbrüche habe, also krystallographisch ein einheitliches Stück bilde. So charakteristisch aber auch sonst die krystallographischen Axen zur Erkennung

<sup>1)</sup> F. A. QUENSTEDT, Asteriden u. Encriniden, 1876, p. 437.

der Zusammensetzung der Skelettheile bei Echinodermen sind, so liegt doch meines Erachtens hier ein leicht verständlicher Ausnahmefall vor. Der Umbildungsprocess des maschigen Echinodermenskelets in krystallinischen Kalkspath vollzieht sich erst nach der Einbettung des abgestorbenen Thieres in den Meeresboden. Da überall da, wo skeletirte Echinodermen leben oder lebten, kohlenaurer Kalk suspendirt vorhanden sein muss, und da ferner das feinporöse Kalkskelet der Echinodermen zur Anziehung und Aufnahme des in dem umgebenden Medium suspendirten Kalkes<sup>1)</sup> ganz besonders geeignet sein musste, so wurden die einzelnen Skelettheile zu selbstständigen Kalkspath-Individuen umgewandelt. Wenn nun Skelettheile schon im Leben des Thieres zu einem einheitlichen Stück verschmolzen waren — und dies war sicher bei dem Basalkranz von *Tetracrinus* der Fall —, so wurden sie eben auch zu einem einheitlichen Kalkspath-Individuum. Einen unzweideutigen Beleg hierfür liefern uns die Beobachtungen an *Bathycrinus Carpenteri*. DANIELSSEN und KOREN<sup>2)</sup> beobachteten an dem Basalkranz eines jungen Individuums noch die Nähte der einzelnen Basalia, während an erwachsenen Individuen keine Spur derselben mehr sichtbar ist. Hier ist also die Verschmelzung im Leben des Thieree vollständig durchgeführt, so dass jedenfalls auch beim Fossilisationsprocess das Stück sich einheitlich verhielt.

Dass uns häufig nur noch der Wechsel der Blätterbrüche die Grenzen ursprünglich getrennter Skelettheile anzeigt, hat seinen Grund doch wohl darin, dass sich auch die Nähte zwischen zwei Platten bei dem Fossilisirungsprocess mit Kalkspath füllten und daher äusserlich als Grenzen unkenntlich wurden. Es wird also wesentlich darauf ankommen, ob die Verschmelzung bereits im Leben des Thieres oder erst bei dem Fossilisationsprocess des Skeletes erfolgte, danach wird die Krystallisation entweder in einheitlicher oder in zusammengesetzter Anlage erfolgen.

Wenn also die krystallographische Einheitlichkeit der Patina meines Erachtens lediglich auf die intensive Verschmelzung ihrer Theile zurückzuführen ist, war sie für QUENSTEDT der Grund, warum er dieselbe nicht als Basalkranz, sondern als oberstes Stielglied ansprach. Damit war der Boden für eine Zurechnung von *Tetracrinus* zu *Eugeniocrinus* gegeben, und die daraufhin angenommene Homologie im Kelchbau liess ihm jedenfalls die Unterschiede, die die Armglieder beider Formen boten, geringfügig erscheinen.

<sup>1)</sup> Es ist immer kohlenaurer Kalk gemeint.

<sup>2)</sup> DANIELSSEN u. KOREN. *Nyt. Mag. f. Naturvidensk.*, XXII, p. 4.

v. ZITTEL<sup>1)</sup> und ebenso P. DE LORIOI<sup>2)</sup> nahmen *Tetracrinus* als selbstständige Gattung in die Familie der Eugeniocriniden auf. Auch F. A. BATHER<sup>3)</sup> und P. H. CARPENTER<sup>4)</sup> führen die Gattung an der gleichen Stelle auf.

Nach den im allgemeinen Theile hervorgehobenen Gesichtspunkten kann über die Verschiedenheit von *Tetracrinus* von den Eugeniocriniden und seine unmittelbare Verwandtschaft mit *Plicatocrinus* wohl kein Zweifel mehr bestehen. *Tetracrinus* besass wie *Plicatocrinus* einen zu einer Patina verschmolzenen Basalkranz, darüber Radialia und über diesen Axillaria, auf denen je zwei Arme aufsitzen. Die sämtlichen folgenden Armglieder, mit Ausnahme des ersten Dicostale (vergl. Taf. XXVII, Fig. 6), zeigen am distalen Ende neben der Gelenkfläche für das nächste Glied eine nur wenig kleinere, die nicht wie bei den Articulaten nach innen, sondern nach der Seite und nach oben gerichtet ist. Dass an dem grössten und jedenfalls untersten Dicostale eine Pinnula fehlt, würde sich leicht erklären aus dem massigen Bau von *Tetracrinus*, bei welchem die unteren Armtheile so an einander gedrängt sind, dass für eine Pinnula an dieser Stelle der Platz fehlt. Der genau analoge Fall zeigt sich bei *Holopus*. Ein höherer systematischer Werth ist auf eine solche Convergenzerscheinung nicht zu legen (vergl. Taf. XXVII, Fig. 5). Auch die Gelenkflächen zeigen in allen wesentlichen Punkten den gleichen Bau wie bei *Plicatocrinus*; namentlich charakteristisch ist die Querleiste innerhalb der Muskelflächen. Die tiefen Muskelgruben an den unteren Armgliedern deuten auf energische Beweglichkeit dieser Armtheile, während die geringe Grösse der Gruben bei den oberen Armgliedern (vergl. Taf. XXVIII, Fig. 4 d, 1 g) eine geringe Bewegungsfähigkeit dieser Theile beweist.

Sehr merkwürdig ist die Mannigfaltigkeit der Stielglieder von *Tetracrinus*. Durch ihre Sculptur sind sie leicht als solche zu erkennen, und überdies haften sie bisweilen (Taf. XXVII, Fig. 8 und 9) noch dem Kelch an, so dass über ihre Zugehörigkeit zu denselben kein Zweifel bestehen kann. Es kommen nun nicht nur, wie ein Blick auf Tafel XXVII zeigt, überhaupt sehr verschiedene Formen vor, sondern es wechseln auch unmittelbar auf einander folgende Glieder ausserordentlich ihre Gestalt (Taf. XXVII, Fig. 14, 17, 18). Diese Variabilität der Stielglieder dürfte zwei Schlüsse rechtfertigen. Erstens dürfte der Stiel von *Tetracrinus*

<sup>1)</sup> v. ZITTEL. Handbuch d. Paläontologie, Bd. I, 1876—80, p. 386.

<sup>2)</sup> DE LORIOI. Paléontologie franç., Tome XI, 1, 1882—84, p. 181.

<sup>3)</sup> F. A. BATHER. Sudden Deviations from Normal Symmetry in Neocrinioidea. Quart. Journ. Geol. Soc., 1889.

<sup>4)</sup> CARPENTER. Stalked Crinoidea, Vol. XI, p. 126 u. 227.

nicht lang gewesen sein, denn bei allen lang gestielten Formen beobachtet man eine grosse Regelmässigkeit im Bau und der Aufeinanderfolge der Stielglieder, während andererseits bei kurz gestielten Crinoiden die Stielglieder zu abnormen Formen neigen, wie ich dies bei Eugeniocriniden ausführlicher besprochen habe. Damit steht auch der Unterschied im Einklange, dass die geringe Zahl der dicken Gelenkleisten auf den Gelenkflächen eine sehr geringe Beweglichkeit des Stieles andeutet, und dass der Zusammenhalt der fossilen Stielglieder bei sonstiger Trennung aller Skelettheile sogar eine feste Verschmelzung einzelner Glieder im Leben des Thieres wahrscheinlich macht.

Zweitens dürfte aus allen diesen Verhältnissen zu folgern sein, dass *Tetracrinus* in naher Beziehung zu Rifftypen steht und sich in einem Uebergangsstadium befindet. Ich suchte an anderer Stelle<sup>1)</sup> nachzuweisen, dass die Stielbildung in enger Beziehung und Abhängigkeit zu dem Standort der Crinoiden steht, und dass im Besonderen Formen mit kurzem, schwerfälligem Stielbau als Riffformen anzusprechen seien. Die oben angeführten Eigenthümlichkeiten bei *Tetracrinus* bringen denselben in dieser Hinsicht den typischen Riffbewohnern wie Eugeniocriniden und *Holopus* nahe, aber die grössere Zahl und Mannichfaltigkeit der Stielglieder zeigen, dass der Rifftypus bei *Tetracrinus* nicht klar zum Ausdruck kommt. Es fragt sich nun also, ob *Tetracrinus* sich auf dem Wege der Annäherung an den Rifftypus oder der Entfernung von demselben befindet. Ich möchte glauben, dass das Letztere das Wahrscheinlichere ist und zwar aus folgenden Gründen.

Wenn sich die Lebensbedingungen einer normalen, d. h. in ruhigem Wasser normal entwickelten Crinoidenform derart verändern, dass dieselbe (durch Verflachung des Meeres oder durch neue Meeresströmungen) einer starken Bewegung des Wassers und sonstigen Fährlichkeiten eines Rifffes ausgesetzt ist, so wird die Form sich durch strenge Zuchtwahl schneller umbilden und den besonderen Eigenthümlichkeiten des Standortes anpassen müssen, als wenn eine Form aus solchen besonderen Verhältnissen wieder in normale des ruhigeren Meeres versetzt wird. Hier wird sie ihre Rifffcharaktere länger erhalten können, weil das Individuum und seine Nachkommenschaft keinen neuen besonderen Fährlichkeiten ausgesetzt, sondern in die normalen Lebensbedingungen eines Crinoiden zurückversetzt wird. Uebergangsformen werden also im ersten Fall ausserordentlich individuenarm und deshalb überaus selten sein, während wir dies im zweiten Falle nicht an-

<sup>1)</sup> JAEKEL. Holopocriniden, p. 591.

zunehmen brauchen. Die über hundert Exemplare, die allein Graf zu MÜNSTER von *Tetracrinus* erwähnt, sprechen also mehr für den zweiten Fall.

Ein weiterer Grund für obige Auffassung ist folgender. Das Aufgeben der Pentamerie finden wir sonst bei Crinoiden nur vereinzelt, während es bei den Plicatocriniden zu einer constanten Eigenthümlichkeit geworden ist. Es ist doch unbestreitbar, dass lange sich gleich bleibende Lebensbedingungen besser geeignet sind, eine Umbildung in einem Formenkreise durchzuführen, als eine zufällig und, man möchte bei Echinodermen sagen, pathologisch auftretende Abweichung von einer uralten Stammeigenschaft. Man muss doch im Allgemeinen annehmen — wie es auch thatsächlich gilt —, dass eine zufällige Abweichung eines Individuums durch Kreuzung mit normalen Formen und durch Rückschläge der Nachkommen immer relativ schnell überwunden wird. Wenn wir nun sehen, dass dies bei *Tetracrinus* und *Plicatocrinus* nicht der Fall ist, so liegt es doch eben nahe, anzunehmen, dass lange gleich gebliebene äussere Bedingungen die Abweichung zur Constanz gebracht haben. Solche Bedingungen sind nun bei den Riffbewohnern dadurch gegeben, dass bei diesen die gleiche Entwicklung der Antimeren verloren geht (vergl. *Holopus*, *Eudesicrinus*) und damit das Grundgesetz des streng radiären Baues aus den Fugen gehoben wird. Hier entwickeln sich einzelne Antimeren stärker, und nicht selten wird ein Strahl unterdrückt (*Holopus*, *Eugeniocriniden*). Die in solchem Falle resultirende Verminderung der Antimeren zeigt nun auch *Tetracrinus*, während der dem Rifftypus unzweifelhaft ferner stehende *Plicatocrinus*, von dem Gesetz der Pentamerie befreit, dann auch eine grössere Zahl von Antimeren entfaltet.

Wenn wir schliesslich einen Blick werfen auf die geologische Verbreitung derjenigen Formen, welche als Verwandte von *Tetracrinus* in Betracht kommen können, so sind das in erster Linie *Plicatocrinus*, der mit zwei Arten ebenso alt wie *Tetracrinus* und mit einer dritten Art (*Pl. Fraasi*) erheblich jünger ist als *Tetracrinus*. Ferner kommt *Hyocrinus* und *Saccocoma* in Betracht, welche beide jünger sind. Schliesslich sind die Formen aus dem Lias heranzuziehen, und hier treffen wir nun echte, unverfälschte Rifftypen, während in allen jenen Formen, die jünger als *Tetracrinus* sind, der Rifftypus sehr zurücktritt oder vollständig fehlt. Es spricht also auch hier die Wahrscheinlichkeit dafür, dass *Tetracrinus* sich in seiner Organisation nicht dem Rifftypus nähert, sondern von demselben entfernt.

Von *Tetracrinus* sind mir nur zwei Arten bekannt, von denen die eine dem Oxfordien des schweizer-fränkischem Jura-

zuges, die andere dem polnischen Juragebiete der Provinz Posen angehört.

*Tetracrinus moniliformis* MÜNST.

Taf. XXVII. Taf. XXVIII, Fig. 7—9.

*Tetracrinus moniliformis* Graf zu MÜNSTER. Beiträge zur Petrefactenkunde, 1859, Bd. I, p. 88, t. 9, f. 3, 4.

*Eugeniocrinus* — (MÜNST.) GOLDFUSS. Petrefacta Germaniae, I, p. 163, t. 60, f. 8.

*Tetracrinus* — PICTET. Traité de Paléontologie, IV, p. 335, t. 102, f. 2.

*Eugeniocrinus* — F. A. QUENSTEDT. Handb. d. Petrefactenkunde, 1852, p. 616, t. 53, f. 51; 2. Aufl., 1867, p. 734, t. 67, f. 49 bis 50; 3. Aufl., 1885, p. 937, t. 74, f. 43.

*Tetracrinus* — ebenda, t. 53, f. 50; 2. Aufl., 1867, p. 734, t. 67, f. 51; 3. Aufl., 1885, p. 937, t. 74, f. 41—44.

— — F. A. QUENSTEDT. Der Jura, 1858, p. 655, t. 80, f. 82—90.

— — F. A. QUENSTEDT. Asteriden u. Encriniden etc., 1867, p. 437, t. 106, f. 72—107 (excl. 84, welche ein Axillare [Costale II und III verschmolzen] von *Sclerocrinus cidaris* darstellt).

*Eugeniocrinus rugatus* QUENSTEDT, ebenda, p. 442, t. 106, f. 108 bis 116.

— — P. DE LORIO. Monographie des Crinoides fossiles de la Suisse, 1879, p. 243, t. 19, f. 37—48.

*Tetracrinus moniliformis* K. A. ZITTEL. Handb. etc., I, 1867—80, p. 386.

— — P. DE LORIO. Paléontologie française, Tome XI, I, p. 182, t. 19, f. 1—10.

Skeletstücke kräftig verdickt, von gerundet eckiger Form, aussen mit runden Körnchen bedeckt. Stielglieder tonnenförmig, sehr mannichfaltig an demselben Individuum. Die Patina sehr wechselnd, flach scheibenförmig bis kurz cylindrisch, oben mit vier breiten, flach ausgehöhlten Syzygialflächen für den Ansatz der Radialia. Die Gelenkflächen der Armglieder kräftig sculpturirt.

*Tetracrinus moniliformis* bildet unter den genauer zu beurtheilenden Plicatocriniden ein Extrem in der Massivirung seines Skeletbaues. Wenn die oberjurassischen Plicatocriniden von den liasischen Formen abstammen, welche z. Th. als solche angesprochen wurden, so würde *Tetracrinus moniliformis* insofern zwischen beiden eine vermittelnde Stellung einnehmen, als der ausgesprochene Rifftypus der älteren Formen bei ihm wenigstens noch in der Verdickung seiner Skelettheile zum Ausdruck kommt. Auch die Irregularität seiner Stielglieder würde unter diesem Gesichtspunkt eine Erklärung finden. In seinen höheren, über dem Boden erhobenen Skelettheilen fehlt aber bereits die Neigung zur

ungleichmässigen Entwicklung der Antimeren, wie sie für die kurz gestielten, vom Boden abhängigen Riffformen charakteristisch ist. Der Kelch erscheint bei unserer Form fast ausnahmslos sehr regelmässig gebaut, nur bei der abnorm hohen Patina. Taf. XXVII Fig. 10, macht sich eine kleine Schiefe bemerkbar.

Unter den nicht häufigen Exemplaren ist die Tetramerie durchaus herrschend, daneben kommen freilich relativ häufig Abweichungen von derselben vor. Durch meinen Freund Herrn Dr. EBERHARD FRAAS gingen mir aus der Stuttgarter Sammlung solche Abnormitäten zu, die ich Taf. XXVIII, Fig. 7—9 abgebildet habe. Das interessanteste derselben ist unstreitig das dreitheilige Exemplar Figur 7, da eine Trimerie wohl doch innerhalb der Echinodermen ein Unicum sein dürfte, während uns die Ausbildung von 6 Antimeren, wie sie Figur 9 zeigt, im Hinblick auf die gleichen Verhältnisse bei der Gattung *Plicatocrinus* nicht überraschen kann. Bei allen diesen Exemplaren ist die Entwicklung der Antimeren eine so regelmässige, dass auch hier von pathologischen Ursachen keine Rede sein kann. Es ist eben auch das Verhalten dieser Form bezeichnend dafür, dass mit dem Aufgeben der uralten Stammeseigenschaft, der Pentamerie, die strenge Gesetzmässigkeit im Bau überhaupt verlassen ist.

*Tetracrinus moniliformis* hat, soweit bis jetzt bekannt, ein horizontal und vertical sehr eng begrenztes Verbreitungsgebiet. Er fand sich bisher nur in dem Oxfordien des Juragebirges von St. Claude bis in die Gegend von Streitberg. Ein viertheiliges Glied wird von D. BRAUNS aus den Schichten der *Cid. florigenma* von Goslar citirt. Locale Varietäten finden sich innerhalb dieses Verbreitungsbezirkes nicht.

Die Tafel XXVII in 14facher Vergrösserung abgebildeten Exemplare sind bereits sämmtlich von F. A. QUENSTEDT<sup>1)</sup> besprochen und dargestellt worden. Die Originale befinden sich in der Tübinger Universitäts-Sammlung. Die Tafel XXVIII, Figur 7 bis 9 abgebildeten Patinae gehören der Stuttgarter naturhistorischen Sammlung an.

Die Exemplare stammen aus den unteren Malmschichten vom Böllert in Württemberg.

*Tetracrinus Langenhani* n. sp.

Taf. XXVIII, Fig. 1—6.

Stielglieder niedrig mit stark convexer Aussen-  
seite. Radialia und Armglieder mässig verdickt; die  
oberen Armglieder von bedeutender Länge, etwa 4 Mal

<sup>1)</sup> F. A. QUENSTEDT. Asteriden u. Encriniden, t. 106, f. 72—107.

so lang als dick. Die unteren Skeletstücke aussen mit gerundeten kleinen Höckern, die oberen mit wulstigen Granulationen versehen. Die Gelenkflächen ziemlich eben, wenig sculpturirt. Patina, Seitentheile der Arme und Wurzel unbekannt.

Die wenigen Skelettheile, welche zur Aufstellung dieser Art Veranlassung gaben, wurden von Herrn A. LANGENHAN in den Oxfordschichten von Hansdorf bei Inowrazlaw in Posen gesammelt, in einer Notiz dieses Autors<sup>1)</sup> erwähnt, z. Th. abgebildet und zur genaueren Bestimmung dem Verfasser in freundschaftlicher Weise überlassen. Sie mögen den Namen ihres Entdeckers führen.

Die hier zusammengefassten Skelettheile wurden isolirt gefunden und zwar vermengt mit den Theilen von *Plicatocrinus tetragonus* und Resten von Pentacriniden. Trotzdem kann zunächst über ihre Zusammengehörigkeit kein Zweifel sein, da ihre charakteristische Granulation sie von allen daneben vorkommenden Crinoidenresten unterscheidet. Diese Ornamentik ihrer Aussenseite verändert sich übrigens von den unteren nach den oberen Gliedern in der Weise, dass die regelmässige Körnelung an den oberen Gliedern in eine wulstige Granulation übergeht. Diese ist so ausserordentlich fein, dass sie sich an dem kleinsten winzigen Gliede, Fig. 1, erst etwa bei 15facher Vergrösserung (Fig. 1g) mit voller Deutlichkeit darstellen lässt. Der Uebergang von dieser Sculptur zu der Körnelung der Kelchtheile und unteren Glieder wird durch die der langen Armglieder (Fig. 2d) vermittelt. Die Stielglieder (Fig. 5 und 6) scheinen stark abgerollt und aus diesem Grunde an der Aussenseite glatt zu sein. In der Viertheiligkeit ihrer Gelenkflächen, die sich namentlich an dem Fig. 6 abgebildeten Exemplar deutlich markirt, und in ihrer Grösse passen sie nur zu dieser Form, wenigstens können sie schon aus dem letzteren Grunde nicht wohl auf *Plicatocrinus tetragonus* bezogen werden.

Die übrigen Skelettheile stimmen sehr gut mit entsprechenden Stücken von *T. moniliformis* überein, nur zeigt sich, dass die Radialia höher und schwerfälliger, die oberen Armglieder noch gestreckter und unregelmässiger gestaltet sind als bei jener Art.

Die Stücke sind mit Ausnahme der 15fach vergrösserten Fig. 1g 5 mal vergrössert. Sie wurden von Herrn LANGENHAN der paläontologischen Sammlung des Museums für Naturkunde zu Berlin überwiesen.

---

<sup>1)</sup> A. LANGENHAN. Mittheil. über den oberen (weissen) Jura von Hansdorf bei Inowrazlaw in Posen. Breslau 1890.

Auf die Plicatocriniden des mittleren Lias der Normandie und des nordwestlichen Deutschlands möchte ich zur Zeit ohne Kenntniss des Materiales nicht näher eingehen. Ganz abgesehen davon, dass die diesbezüglichen Reste nur sehr unvollständig sind, scheinen weder die älteren Beschreibungen jener Formen, noch die neuere Darstellung derselben seitens P. DE LORIOI's<sup>1)</sup> derart, dass man über die Ausschlag gebenden Organisations-Verhältnisse ein abschliessendes Urtheil fällen möchte. Nur so viel scheint mir sicher, dass dieselben erstens Riffformen sind, und also von diesem Gesichtspunkte aus die Reduction ihres Stieles, die Dicke ihrer Kelchplatten, und die ungleiche Entwicklung ihrer Antimeren zu erklären sei. Dass sie in nahem verwandtschaftlichen Verhältniss zu den oberjurassischen Plicatocriniden stehen, ist sehr wahrscheinlich, so dass man wohl auch gut thut, sie provisorisch der Familie jener unterzuordnen. Es würde sich hierbei in erster Linie um die Gattung *Eudesicrinus* P. DE LORIOI handeln. Weiter würde sich fragen, ob *Cotylederma* (= *Cotylecrinus*) und die diesem anscheinend nahe stehende Gattung *Cyathidium* hier anzureihen sei. So lange wir von solchen Formen nur die dorsalen Kelchkapseln kennen, scheint mir jede Combination über ihre phyletische Stellung durchaus unzuverlässig, da bei solchen Formen, die augenscheinlich unter ähnlichen Lebensbedingungen lebten, Convergenzerscheinungen jedenfalls eine sehr bedeutende Rolle spielen dürften.

## II. Ueber *Hyocrinus*.

Unsere Kenntniss der Gattung *Hyocrinus* gründet sich wesentlich auf das eine vollständige Exemplar, welches im Jahre 1873 westlich von Neu-Fundland in einer Tiefe von 1850 Faden gedredgt ist, und dessen Beschreibung nebst der einiger Fragmente durch WYWILLE THOMSON<sup>2)</sup> und P. H. CARPENTER<sup>3)</sup> gegeben wurde. Die auffallenden Eigenthümlichkeiten dieser Form veranlassten die genannten Autoren, dieselbe zum Typus einer Familie zu machen, um ihr eine möglichst selbstständige Stellung gegenüber den anderen lebenden Crinoiden anzuweisen. Beide betonen aber auf der einen Seite die Aehnlichkeit unserer Form mit einigen paläozoischen Crinoiden (*Platycrinus*, *Dichocrinus*), auf der anderen ihre Beziehung zu dem lebenden *Rhizocrinus*. Die von v. ZITTEL<sup>4)</sup>

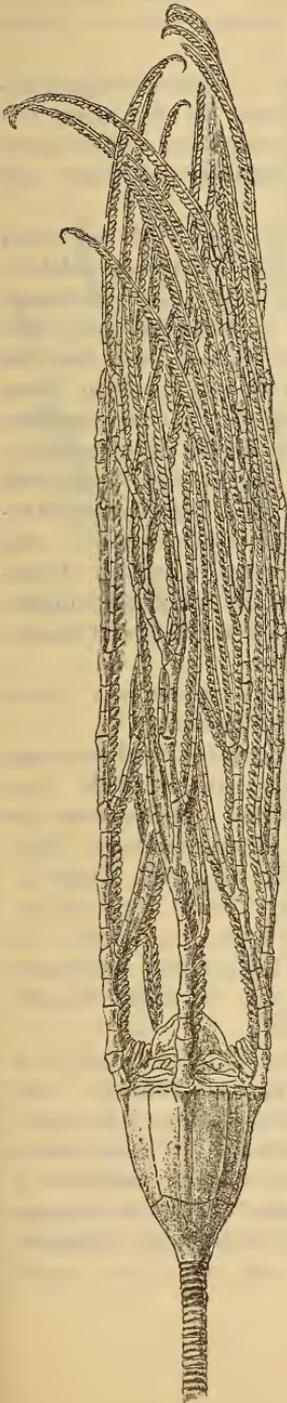
<sup>1)</sup> P. DE LORIOI. Paléont. franç. Terrain jurassique, Tome XI, part. 1, Paris 1882—1884, p. 78—101 und 188—209.

<sup>2)</sup> WYWILLE THOMSON. Journ. Linn. Soc., London (Zoolog.) (1876), 1878, XIII, p. 51; The Atlantic, 1877, II, p. 96—99.

<sup>3)</sup> P. H. CARPENTER. Challenger Report: Stalked Crinoids, 1884, XI, p. 217—224.

<sup>4)</sup> v. ZITTEL. Handbuch d. Paläontologie, 1876—80, Bd. I, p. 387.

Figur 4.



ausgesprochene Vermuthung, dass *Hyo-*  
*crinus* mit *Plicatocrinus* ident sei,  
wurde von P. H. CARPENTER (l. c.,  
p. 222) in Rücksicht auf die Unter-  
schiede beider im Armbau nicht ac-  
ceptirt. P. DE LORIO<sup>1)</sup> suchte augen-  
scheinlich beiden Ansichten gerecht  
zu werden, indem er zuerst sagt: „Les  
analogies tendent à montrer que les  
deux genres sont de la même famille“,  
und zwei Zeilen später meint „il fau-  
dra peut-être établir une famille pour  
chacun de ces genres.“

Die Eigenthümlichkeiten von *Hyo-*  
*crinus bethellianus*, der einzigen Art,  
sind von P. H. CARPENTER so einge-  
hend, als es ihr Erhaltungszustand er-  
laubt, besprochen worden, so dass ich  
mich hier auf die Hervorhebung der  
phylogenetisch wichtigsten Organisa-  
tions-Verhältnisse beschränken darf.

Der Kelch, welcher mit dem An-  
satz des Stieles und der Arme in  
nebenstehender Figur 4 abgebildet ist,  
besteht aus zwei alternirenden Kreisen  
dünner Täfelchen, einem unteren Ba-  
salkranz und einem oberen Radialkranz.

Der Basalkranz ist becherförmig,  
unten schlank, vom zweiten Drittel  
seiner Höhe ab verbreitert, so dass  
sein oberer Durchmesser 3 mal so  
breit ist als sein unterer. Da P. H.  
CARPENTER an dem einen untersuchten  
Exemplare nur 3 Längsnähte an dem  
Basalkranz bemerken konnte, so wäre  
derselbe, wenn jenes Verhalten nicht  
abnorm ist, demnach aus 3 Stücken,  
zwei grösseren und einem kleineren,  
zusammengesetzt. Diese Lage der Ba-  
salia entspricht, wie CARPENTER selbst  
hervorhob, dann allerdings nicht der  
Anordnung, welche bei Palaeocriniden,  
wie *Platycrinus*, beobachtet ist<sup>2)</sup>, in-

<sup>1)</sup> P. DE LORIO. Paléont. franç., XI,  
1, Paris 1882--84, p. 63.

<sup>2)</sup> E. BEYRICH. Ueber die Basis der  
*Crinoidea brachiata*. Mon.-Ber. d. kgl. pr.  
Akad. d. Wiss., Berlin 1871, p. 42.

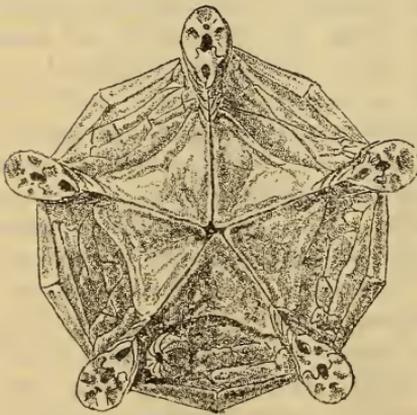
dem die Symmetrieebene der Basis, bezw. die Dorsalaxe (wenn man bei aufrechtem Kelch den After nach vorn stellt), hier durch den linken vorderen Interradius zu dem rechten hinteren Radius verläuft.

Der obere Radialkranz besteht aus 5 schaufelförmigen Radialien, welche auf der Mitte ihrer Oberseite je eine kleine Gelenkfläche für den Ansatz der 5 Arme tragen und unter dieser wie bei *Plicatocrinus* eine abwärts verlaufende Stützplatte aufweisen.

Die ventrale Bedeckung des Kelches wird aus einer mittleren Oralpyramide und kleineren Suboralplättchen gebildet. Die 5 Oralia sind von dreieckiger Form, aber in der Höhenaxe eingesenkt, so dass ihre Seiten an den Ambulacren aufgewölbt erscheinen. Dieselben bilden keine feste Kapsel, wie dies bei zahlreichen paläozoischen Crinoiden der Fall war, sondern lassen schmale Furchen zwischen sich, in denen die Ambulacralgefäße ihre Wimperbewegung nach dem centralen Munde zu unterhalten. Die kleinen Plättchen, welche zwischen den grossen Oralplatten und dem Oberrand der Radialia die Kelchbedeckung vervollständigen, und welche ich kurz als „Suboralia“ bezeichnen will, sind von unregelmässiger Gestalt und Anordnung. An den Ambulacren biegen sie sich als längliche, schmale „Adambulacralplättchen“ auf, um die von den Armen in den Kelch übertretenden Tentakelriinen zu decken bezw. zu schützen.

Die Oralia sowohl wie einige Suboralia werden von einem oder mehreren sogenannten Wasserporen durchbohrt.

Figur 5.

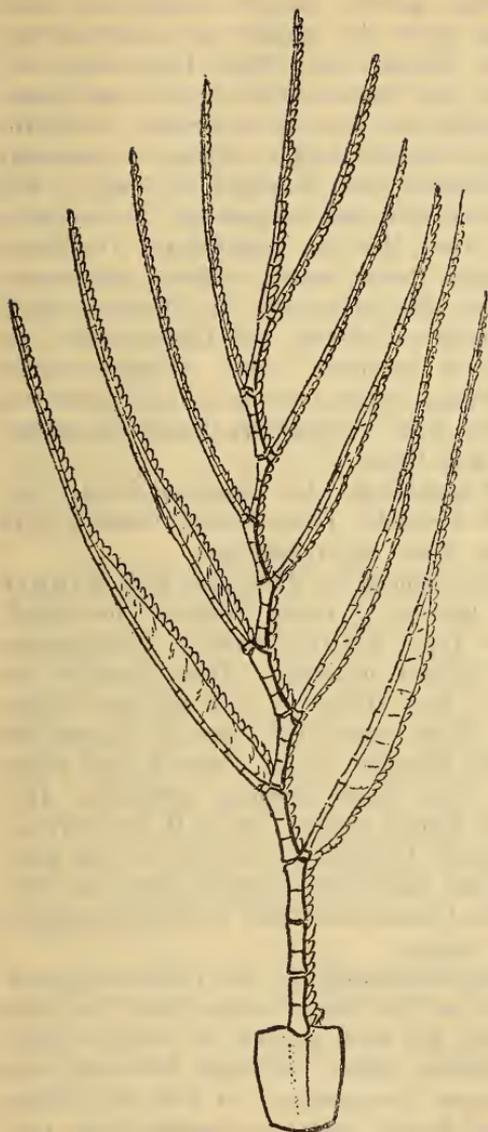


Der After wird von einer kurzen Analpyramide umschlossen, welche nahe an dem einen Armsansatz liegt, vgl. die nebensteh. Figur 5.

Von den centralen Weichtheilen, sowie von dem Verlauf der Axialkanäle im Kelch ist nichts Genaueres bekannt.

Die 5 Arme zeigen in mehrfacher Hinsicht sehr charakteristische Eigenthümlichkeiten. Der Hauptstamm besitzt unten zunächst 3 Glieder, welche mit einander durch Gelenkung verbunden sind und deren jedes durch

Figur 6.



eine Syzygie in zwei Stücke zerlegt ist. Das oberste dieser 3 Glieder ist axillär und trägt nun als Glieder des Hauptstammes solche, welche in sich durch zwei Syzygien getheilt sind, und einen Seitenast, dessen Länge der des Hauptstammes nahe kommt. Alle folgenden Glieder des Hauptstammes sind durch 2 Syzygien in je 3 Theile zerlegt. Distal trägt jedes dieser Glieder alternirend rechts und links je einen Seitenast, deren Länge so beträchtlich ist, dass sie mit den 5 Hauptstämmen der Arme fast in gleicher Höhe endigen. Die Seitenäste tragen keine Pinnulae, sondern enthalten in ihren proximalen Theilen selbst die Geschlechtsproducte.

Aus diesem Grunde sind sie physiologisch den Pinnulis gleichwerthig, als welche sie deshalb von P. H. CARPENTER angesprochen wurden. Morphologisch sind sie aber durch ihr Verhältniss zum Armstamm sehr

verschieden von den typischen Pinnulis, wie wir sie z. B. von den Articulaten kennen. Für diese ist charakteristisch, dass sie morphologisch an dem Armstamm oder dessen Aesten sehr un-

tergeordnet erscheinen. Bei *Hyocrinus* tritt eine solche Unterordnung um so weniger hervor, als der Hauptstamm nicht gerade verläuft, sondern durch die Abgabe der kräftigen Seitenäste einen zitternden Verlauf hat. Diese Erscheinung hat, wie leicht ersichtlich, in den mechanischen Druck- und Spannungsverhältnissen innerhalb der Arme ihren Grund. Vom dritten Gliede ab ist jedes Armglied axillär, indem es einerseits den übrigen Arm andererseits einen kräftigen Ast trägt. Die Grösse dieser Axillarflächen wird nun im geraden, ihre seitliche Neigung zur Axe des Armes aber im umgekehrten Verhältniss zu dem auf ihnen lastenden Druck stehen, während andererseits jedes Glied theils wegen der Vertheilung des Druckes, theils wegen des möglichst geraden Verlaufes der Tentakelrinne, auf seiner Stützfläche möglichst senkrecht steht. Hieraus resultirt für jedes Glied eine Richtung, welche etwa nach dem Gesetz vom Parallelogramm der Kräfte dem verschiedenen Druck der beiderseitigen Armtheile Rechnung trägt.

Die Seitenäste sind ungegabelt. Die einzelnen Glieder derselben sind von sehr bedeutender Länge; auch dadurch wird der Gesamteindruck der Arme ein fremdartiger.

Den hier besprochenen Armbau von *Hyocrinus* hatte WYWILLE THOMSON als „hitherto unknown in recent Crinoids“ bezeichnet, wogegen er paläozoische Typen wie *Cyathocrinus*, *Poteriocrinus* und *Barycrinus* zum Vergleich heranzog. Dem gegenüber bemerkte P. H. CARPENTER, dass *Hyocrinus* sich von den letztgenannten Formen dadurch scharf unterscheidet, dass die ungetheilten Seitenäste seiner 5 Arme Pinnulae seien, während jene häufig dichotomisch gespaltene Arme keine Pinnulae aufweisen. Hinsichtlich dieser letzteren Punkte möchte ich P. H. CARPENTER'S Ansicht nicht ohne Weiteres beipflichten, da ich es aus nachstehenden Gründen für sehr wahrscheinlich halte, dass jene Pinnulae-losen Crinoiden, wie *Cyathocrinus*, ihre Geschlechtsproducte ebenfalls an den Armen tragen.

Wenn man die Uebereinstimmung in der Gesamtorganisation eines *Cyathocriniden* mit der eines *Poteriocriniden* vergleicht und erwägt, dass es häufig gar nicht möglich ist, einen morphologischen Unterschied zwischen Armen, die kleine Seitenäste, und solchen, die Pinnulae tragen, festzustellen, so wird man meines Erachtens nicht annehmen dürfen, dass sich innerhalb der typischen Crinoiden so fundamentale Unterschiede in der Organisation eingestellt hätten, dass bei den einen die Geschlechtsproducte in den Armen, bei den anderen im Kelch liegen, und dass der unmerklich sich vollziehende Uebergang kleiner Seitenäste in echte

Pinnulae sofort jene fundamentale Aenderung der inneren Organisation nach sich zieht. Wenn die von TRAUTSCHOLD aufgestellte Vermuthung richtig wäre, was sicher nicht der Fall ist, dass der stark vergrösserte Analtubus einiger Paläocrinoiden die Geschlechtsstoffe enthalten hätte, dann wäre man überhaupt nicht mehr berechtigt, aus den morphologischen Charakteren einer Pinnula auf obige physiologische Bedeutung derselben zu schliessen. Denn gerade die grössten Analtuben treten bei denjenigen Formen auf, welche bereits morphologisch unzweideutige Pinnulae besitzen — bei den Poteriocriniden. Wenn die Pinnulae bei diesen die Geschlechtsstoffe nicht trugen, dann müssen wir dieses physiologische Moment bei der Entscheidung, was Pinnulae sind und was nicht, mindestens bei allen fossilen Formen überhaupt ausser Acht lassen.

Würden wir an jenen Armen von *Hyocrinus* zufällig, wenn derselbe z. B. fossil vorläge, nicht jene Geschlechtsproducte beobachtet haben, so würde wohl Niemand seinen Arm-bau als fundamental verschieden von dem eines *Cyathocrinus* betrachtet haben.

Dass aber derartige Spuren bei den paläozoischen Cyathocriniden bisher nicht sicher nachweisbar sind, liegt wohl einfach daran, dass alle solche Formen, die uns in günstiger Lage erhalten sind, eines natürlichen Todes starben, und dass eben vor dem Tode die Bereitung von Geschlechtsproducten aufgehört hatte. Bei den Comatuliden aus dem lithographischen Schiefer sind allerdings einige Male jene charakteristischen Auftreibungen der Pinnulae mit Sicherheit beobachtet worden, aber hier ist eben die Erhaltung eine unvergleichlich günstigere, und der Procentsatz jener Exemplare auch ein ganz verschwindender unter den zahlreichen anderen gleich grossen Exemplaren, die doch sicher nicht Individuen angehörten, die ihre Geschlechtsreife noch nicht erlangt hatten.

Es scheint mir danach durchaus wahrscheinlich, dass die Geschlechtsproducte bei allen Arm-tragenden Crinoiden an die Arme gebunden waren, und dass wir also dieses Moment zur Unterscheidung der verschiedenen Arm-typen und ihrer Theile nicht verwenden dürfen.

Dann aber ist die Aehnlichkeit, welche *Hyocrinus* im Arm-bau mit *Cyathocrinus* aufweist, keine so ganz äusserliche, wie P. H. CARPENTER meint, denn dann stimmen beide eben in dem wichtigen Moment überein, dass die Arme zahlreiche Seitenäste absenden, ohne morphologisch untergeordnete, d. h. typische Piu-

nulae zu besitzen. Ich kann daher auch P. H. CARPENTER darin nicht beistimmen, dass die Gattung *Extracrinus* aus dem Lias im Armbau dem *Hyocrinus* nahe stehe. Die einzige Analogie beider beruht darin, dass die Seitenäste etwa ebenso lang sind als die sie überragenden Armstämme. Dass darin aber nicht ohne Weiteres eine Homologie zu erblicken ist, beweist die entsprechende Ausbildung der Arme bei verschiedenen Crinoidentypen, auf welche ich bei anderer Gelegenheit eingehen werde. Im Uebrigen werden wir in *Saccocoma* einen Armbau kennen lernen, welchem der geschilderte von *Hyocrinus* sich unmittelbar anreihet.

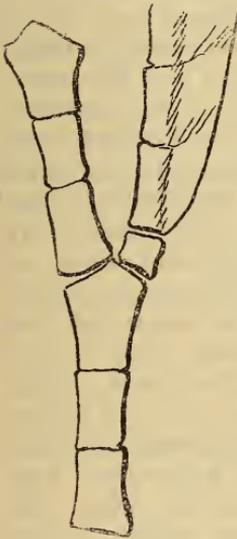
Sehr bemerkenswerth ist die Längstheilung der dorsalen Armglieder durch Syzygien. Dieselbe erfolgte, wie gesagt, in verschiedener Weise, insofern die untersten Armglieder durch je eine, die oberen, Seitenäste abgebenden durch je zwei Syzygien zerlegt werden. Dadurch erscheint der untere Abschnitt der Arme, welcher keine Seitenäste abgiebt, auch im Einzelnen besonders organisirt und selbstständig gegenüber dem oberen verästelten Theile der Arme. Der untere Abschnitt der Arme umfasst allerdings nur drei solcher durch eine Syzygie getheilte Doppelglieder und tritt dadurch als ein individualisirter Theil der Arme wenig hervor. Immerhin aber ist es wichtig, diese Heteromorphie der Arme zu beachten.

Im oberen Abschnitt giebt jedes dritte Glied, bzw. jedes durch zwei Syzygien getheilte Glied alternirend einen Seitenast ab, der ungetheilt und in sich gleichartig gegliedert ist. Dieser Bau des Armstammes, der darin beruht, dass immer auf ein Gelenk zwei Syzygien folgen, ist meines Wissens bei Crinoiden unbekannt. Man kann dieses Verhalten nun verschieden auffassen, man kann sich jedes Glied in drei Stücke zerfallen denken, oder man kann annehmen, dass die zwei Syzygialverbindungen sich aus echten Gelenken reducirt haben. Die Entscheidung über diese Frage wird der Embryologie zufallen, wenn uns nicht die Paläontologie die directen Vorfahren von *Hyocrinus* kennen lehrt. Zunächst starren uns hier nur bedenkliche Lücken in der geologischen Ueberlieferung an, aber wie sich auch jene Frage entscheiden möge, einen wichtigen Aufschluss erhalten wir doch aus der Paläontologie. Wir kennen in den Plicatocriniden Formen, an denen alle Syzygien fehlen und jedes Glied seinen Seitenast abgiebt, und bei *Saccocoma* werden wir sehen, dass an den entsprechenden Theilen der Arme jedes dritte Glied einen Seitenast absendet, die beiden darunter liegenden aber ebenfalls durch Gelenkung verbunden sind. Leiten wir *Hyocrinus* von Formen wie die ersteren ab, so hätten sich jene Glieder gestreckt und secun-

där getheilt, die Syzygien wären dann der Beginn einer fortschreitenden Zergliederung der Arme, deren vorläufiges Endziel von *Saccocoma* erreicht wäre. Im anderen Falle würden wir *Saccocoma* als Ausgangspunkt nehmen müssen und das Verhalten bei *Hyocrinus* als erstes, das bei *Plicatocrinus* als letztes Stadium einer Vereinfachung betrachten müssen. Nach den geologischen Daten ist die erstere Auffassung die wahrscheinlichere, ebenso aus allgemeinen morphologischen Gründen. Denn das Verhalten von *Plicatocrinus* ist unstreitig viel leichter auf den normalen Armabau der älteren Crinoiden zurückzuführen als der ganz abweichende und ungemein complicirte Typus von *Hyocrinus* und namentlich von *Saccocoma*.

Die Seitenäste gliedern sich von dem Armstamm in der Weise ab, dass der Gelenkfläche des Stammgliedes zunächst ein

Figur 7.



kleines kurzes Glied aufsitzt (vergl. die nebenstehende Skizze) und erst darauf die normalen, langen, zierlichen Glieder folgen. Auch das Längenverhältniss dieser Stücke spricht dafür, dass die ebenso gestalteten Stammglieder sich erst secundär durch Syzygien zerlegt haben. Im Uebrigen sind die Seitenäste gleichartig gegliedert und jedenfalls mit einander durch Gelenke, wenn auch in den proximalen Theilen, ziemlich starr verbunden. Ihre Länge erreicht, wie gesagt, nahezu die der Armstämme, und zwar scheinen die ersten Seitenäste am wenigsten hoch zu reichen (vergl. Figur 6, pag. 653), doch ist dies aus CARPENTER'S Beschreibung und Abbildung nicht mit voller Sicherheit zu ersehen.

Die Saumplättchen (covering plates) an den ventralen Ambulacralfurchen der Arme sind ziemlich gross, von rundlich blattförmiger Gestalt und zeigen ausgezeichnet

die netzförmige Gitterstructur des Kalkgerüsts, welche allerdings auch an den dorsalen Gliedern leicht kenntlich ist. Ihre Form und Anordnung bietet das gleiche Bild wie das Ventralskelet der Arme eines Cyathocriniden. Die Uebereinstimmung wird dadurch bedingt, dass den Gliedern die alternirend sich abzweigenden Pinnulae fehlen, so dass die Arme lange mit Plättchen überdachte Rinnen bilden.

Die Art und Weise wie die Geschlechtsproducte in den

Seitenästen Aufnahme finden, ist nicht unwichtig für die Beurtheilung der rinnenförmigen Pinnulae, die wir bei *Plicatocrinus tetragonus* (Taf. XXV) kennen lernten. Es scheint, dass in den unteren Theilen der Pinnulae, in denen die Hoden des einen bekannten männlichen Exemplars liegen, die verbreiterten Flügel der Glieder zu einheitlichen Wänden verschmelzen (siehe die oben stehende Skizze nach CARPENTER'S Abbildungen, p. 653 Figur 6). Auch bei Besprechung der Armglieder von *Saccocoma* werden wir auf diese Verhältnisse zurückgreifen.

Der Stiel von *Hyocrinus bethellianus* zeigt, wie CARPENTER hervorhebt, einen wesentlich anderen Charakter als der der übrigen recenten Crinoiden, erinnert aber an den von *Apiocrinus* und manchen Palaeocrinoiden. Die Stielglieder sind cylindrisch, gewöhnlich 3 mal so lang als dick, an den Gelenkflächen schwach ausgehöhlt, bisweilen fein gestrahlt und mit einem engen, mehr oder weniger deutlich fünftheiligen Nahrungskanal versehen. In soweit zeigen sie also sehr einfache Verhältnisse und eine im Vergleich zu den anderen lebenden Crinoiden auffällige Indifferenz. Nur die beträchtliche Höhe könnte man als eine differenzirte Eigenschaft auffassen, für welche das Verhalten bei *Plicatocrinus tetragonus* (Taf. XXV, Fig. 7) in erster Linie zum Vergleich heranzuziehen wäre. In den übrigen der genannten Merkmale aber spricht sich wesentlich ein primitiver Charakter aus, und allein auf Grund dessen besondere Vergleiche vorzunehmen, erscheint nicht zweckmässig. Eine merkwürdige Eigenthümlichkeit aber weisen die Stielglieder auf, nämlich eine längliche Aushöhlung des Kalkgerüsts rings um den Centralcanal. CARPENTER äussert sich nicht über das Wesen dieser sonderbaren Erscheinung. Mir ist auch nichts Aehnliches bekannt, nur meine ich, dass darin ein Verdünnungsprocess der Skelettheile zu erblicken ist, eine Erscheinung, die immerhin für die phylogenetische Auffassung des Skeletbaues von *Hyocrinus* nicht uninteressant ist. Ich erinnere daran, dass auch der Bau der Arme es wahrscheinlich machte, dass *Hyocrinus* seinen Skeletbau allmählich zierlicher gestaltet und also von schwerfälliger gebauten Formen abzuleiten sei.

Die Weichtheile von *Hyocrinus* sind so gut wie unbekannt; die wenigen unvollkommenen Beobachtungen, die CARPENTER an einem stark macerirten Kelch machen konnte, bieten weder für die systematische, noch für die phylogenetische Beurtheilung von *Hyocrinus* nennenswerthe Anhaltspunkte.

Was nun die mehrfach erörterten Beziehungen von *Hyocrinus* zu den Plicatocriniden betrifft, so scheint es mir auf Grund obiger Darstellung nicht zweifelhaft, dass zwischen den genannten

Formen die nächsten verwandtschaftlichen Beziehungen bestehen. Nachdem die Auffassung des unteren Kelchkranzes der Plicatocriniden als Basalkranz keine Schwierigkeit mehr bietet, liegt die Uebereinstimmung beider im Kelchbau klar zu Tage. Aber auch die Armbildung erweist sich bei beiden als ähnlich, wenn man davon absieht, dass die Arme bei *Hyocrinus* einen ungetheilten Armstamm besitzen. Weitere Anhaltspunkte für die bereits angedeuteten Beziehungen von *Hyocrinus* wird uns die Morphologie von *Saccocoma* liefern.

### III. Ueber *Saccocoma*.

Kelch ungestielt, kegelförmig oder halbkugelig, seitlich von 5 dünnen elastischen Radialien umgrenzt. Ein Basalkranz anscheinend in der Jugend grösser, später verkümmert. Die Kelchdecke wahrscheinlich unverkalkt bzw. seitlich von Stücken gebildet, welche mit den Radialien verwachsen sind. Die 5 Arme am 2. Gliede dichotomisch getheilt; die durch die Theilung entstandenen 10 Armstämme tragen etwa vom 15. Gliede ab an jedem 3. Gliede alternirende Seitenäste, welche ungetheilt sind und nach dem Ende der Armstämme allmählich an Länge abnehmen. Jedes Armglied trägt zwei ventral gerichtete Flügel, welche an den unteren Gliedern etwa halb so hoch sind als die Glieder selbst, an den oberen, aber fast die Höhe der Glieder haben und jederseits mit denen der folgenden Glieder jedenfalls so durch Membranen verbunden waren, dass die Armglieder dünnwandige Rinnen bildeten, in denen die wimpernden Tentakeln Platz fanden. Die Gelenkflächen durch ein stark vortretendes Querriff und eine grosse runde Ligamentgrube ausgezeichnet. Die Arme, besonders in dem oberen Theil, sehr vollkommen spiral einrollbar, wobei sich die Seitenäste seitlich an den Hauptstamm anlegen. Alle Skelettheile sehr dünn; die plattigen Theile aus einer inneren Kalkplatte bestehend, welche von darauf liegenden anastomosirenden Leisten gestützt wird. Bisweilen Schwimmsplatten an den proximalen Theilen der Arme. After und Weichtheile unbekannt.

Es ist wohl nicht zu viel gesagt, wenn man die *Saccocomiden* als den sonderbarsten Typus von Crinoiden bezeichnet. Wenn auch manche der paläozoischen Formen auf den ersten

Blick einen recht fremdartigen Eindruck machen — ich erinnere an Formen wie *Crotalocrinus*, *Dorycrinus*, *Eucalyptocrinus*, *Barrandeocrinus* oder selbst unter den mesozoischen Formen an *Marsupites* und *Uintacrinus* —, so finden wir doch bei allen diesen nur das eine oder das andere Organ, seien es die Arme, die dorsalen oder ventralen Kelchstücke, u. a. in aberranter Weise entwickelt. Bei *Saccocoma* kann man dies aber fast von allen Organisationsverhältnissen behaupten.

*Saccocoma* hat die sitzende Lebensweise ihrer Vorfahren aufgegeben, ist dabei aber in ganz origineller Weise und ganz anders als die Comatuliden zur freischwimmenden Form geworden. Ihr Kelch ist ein dünnwandiger, elastischer Sack, der seitlich nur von Radialien umschlossen wird, — eine Ausbildung des Kelches, für welche es kein Analogon unter den Crinoiden giebt. Die Kelchdecke ist mit dem Oberrand der Radialien verwachsen —, auch diese Eigenthümlichkeit theilen sie mit keiner anderen Form. Ihre Arme bestehen aus Gliedern, welche seitlich so merkwürdige flügelartige Fortsätze tragen, dass die Arm bildung dieser Formen in morphologischer und physiologischer Hinsicht ein Extrem bildet, wie es schärfer ausgeprägt nicht gedacht werden kann.

Unter diesen Umständen kann es nicht Wunder nehmen, dass man *Saccocoma* den übrigen Crinoiden nicht systematisch unterordnen wollte, sondern sie als einen selbstständigen Typus betrachtete, der zwischen Crinoiden und Ophiuriden eine Zwischenstellung einnehmen sollte. Der Grund zu dieser von JOH. MÜLLER herrührenden Auffassung<sup>1)</sup> lag darin, dass man die oberen und unteren Kanten an den Seitenflügeln der Armglieder für Stacheln hielt, wie sie bei Ophiuriden den Armgliedern ansitzen. Die erste wissenschaftliche Beschreibung und Abbildung von *Saccocomiden* findet sich bei GOLDFUSS<sup>2)</sup>, der sie als Comatuliden betrachtete. Obwohl die von ihm gegebenen Reconstructionen in vielfacher Hinsicht irrtümlich sind, muss man doch den Scharfblick dieses Forschers bewundern, da auch jedem seiner Fehler irgend eine feine Beobachtung zu Grunde lag, deren Verkenning bei dem damaligen Stand der Wissenschaft und der geringen Grösse der Objecte sehr leicht verständlich ist.

L. AGASSIZ<sup>3)</sup> stellte für die von GOLDFUSS beschriebenen

<sup>1)</sup> JOH. MÜLLER. Ueber den Bau des *Pentacrinus caput medusae*. Abh. d. kgl. preuss. Akad. d. Wiss., Berlin 1841, Th. I, p. 205.

<sup>2)</sup> GOLDFUSS. *Petrefacta Germaniae*, I, t. 62, f. 1—3.

<sup>3)</sup> L. AGASSIZ. *Prodrome d'une Monographie des Radiaires ou Echinodermes*. Soc. d'Hist. nat. de Neuchâtel, 1834, p. 26.

Arten *S. pectinata*, *S. filiformis* und *S. tenella* die Gattung *Saccocoma* auf, deren Eigenschaften er mit folgenden Worten kennzeichnete: „La disque présente la forme d'une poche arrondie, au bord de laquelle sont articulés cinq rayons grêles, bifurquées simplement jusque vers leur base, et pinnés. Corps libre.“

F. A. QUENSTEDT<sup>1)</sup> hat *Saccocoma* nur wenig Aufmerksamkeit geschenkt, auch die Gattung als solche zunächst gar nicht anerkannt, sondern die Formen zu *Comatula* gestellt, indem er den Kelch von *Saccocoma* mit dem Centrodorsale der *Comatuliden* verglich. Später gab er zwar eine ziemlich genaue Beschreibung der Formen und beanstandete einige Punkte der GOLDFUSS'schen Reconstruction, ohne aber die Fehler derselben zu beseitigen. Hinsichtlich der systematischen Stellung von *Saccocoma* ging er im Verfolg der JOH. MÜLLER'schen Ansicht noch weiter und ordnete unsere Formen geradezu den Asteriden unter.

K. v. ZITTEL berichtigte die ersten von GOLDFUSS gegebenen Abbildungen und Beschreibungen in wesentlichen Punkten, indem er namentlich klarstellte, dass die angeblichen Stacheln an den Armgliedern die verdickten Seitenränder flügelartiger Fortsätze bildeten, und *Comatula filiformis* GOLDF. mit *C. pectinata* GOLDF. ident sei. Auf Grund dessen änderte v. ZITTEL die JOH. MÜLLER'sche Auffassung von *Saccocoma* dahin, dass dieselbe „grössere Analogie mit den Crinoiden als mit den Ophiuriden“ aufweise, wenn sie sich auch „in ihrer ganzen Organisation, namentlich im Bau der Arme weit von allen anderen Eucrinoideen“ zu entfernen schien. Nach v. ZITTEL ist zur Kenntniss unserer Form nichts Neues beigetragen worden, wenn auch einzelne Autoren auf Grund der v. ZITTEL'schen Beobachtungen einige unbestimmte Ansichten über die systematische Stellung derselben äusserten. M. NEUMAYR hatte an die Möglichkeit gedacht, dass *Saccocoma* die Jugendform von *Plicatocrinus* sei, aber wegen der Stiellosgigkeit der ersteren von einer näheren Vergleichung beider Abstand genommen<sup>4)</sup>. Erwähnt sei noch, dass P. DE LORIOI<sup>5)</sup> die J. MÜLLER'sche Bezeichnung der *Costata* in *Saccoerinoidea* umwandelte, ohne den älteren Begriff und dessen Definition zu ändern. Der Name *Saccoerinoidea* ist schon deshalb zu verwerfen, da es bekanntermaassen eine obersilurische Gattung *Saccocrinus* giebt, und der von dieser

1) F. A. QUENSTEDT. Handbuch etc., p. 715.

2) Derselbe. Asteriden und Encriniden, p. 154.

3) v. ZITTEL. Handbuch, I, p. 397.

4) M. NEUMAYR. Stämme des Thierreichs, p. 484.

5) P. DE LORIOI. Paléont. franç., Terr. jurass., XI, 1, p. 45.

Gattung abgeleitete Familienname also Irrthümer erwecken müsste, wenn er, wie hier, auf ganz andere Formen bezogen wird.

Wenn es auch bei der Kleinheit der Objecte und der Ungunst ihres Erhaltungszustandes trotz eifrigster Bemühungen nicht immer möglich war, die Organisation aller Theile mit wünschenswerther Genauigkeit festzustellen, so hoffe ich doch mit den nachstehend veröffentlichten Untersuchungen die Kenntniss dieses höchst bemerkenswerthen Crinoiden-Typus in wichtigen Punkten fördern zu können und namentlich für die Beurtheilung seiner systematischen Stellung einen zuverlässigen Boden gefunden zu haben. Uebrigens umfassen diese Untersuchungen nur das seit lange bekannte Material aus den oberjurassischen Plattenkalken von Solenhofen und Eichstädt.

Bei der nachstehenden Darstellung sind zunächst die Skelettheile und ihre gegenseitigen Beziehungen besprochen, daran sollen sich einige Bemerkungen über das geologische Vorkommen, die Lebensweise und die systematische Stellung der Gattung anschliessen.

### Der Kelch.

Der Kelch von *Saccocoma* wird seitlich umgrenzt von 5 grossen, nach aussen gewölbten, nach unten zugespitzten Täfelchen, welche seitlich mit Zickzacknähten in einander greifen und eine aderförmige Gitterstructur auf ihrer Oberfläche zeigen. Oben sind sie durch einen aufgeworfenen Rand gegen die Ventralseite des Kelches abgegrenzt, greifen aber ohne Unterbrechung auf die Oberseite des Kelches zwischen den Armen hinüber. Diese Täfelchen tragen die Arme, welche sich von ihnen frei abgliedern; sie sind also echte Radialia. Die Gelenkfläche für den Ansatz des Armes liegt in der Mitte jedes Radials in der Höhe des aufgeworfenen Seitenrandes.

Unterhalb der Radialia sieht man bisweilen eine kleine rundliche Einsenkung, welche den Eindruck einer Narbe macht, von welcher sich ein dünner Stiel abgelöst hat. v. ZITTEL hat diesen rundlich umgrenzten Theil als „ein winziges Basale“ betrachtet. Es lässt sich gegen diese Auffassung an sich kaum etwas einwenden, da wohl unzweifelhaft Basalia früher vorhanden gewesen sein müssen. Immerhin aber wäre es ebenso gut denkbar, dass der Basalkranz bei *Saccocoma* — nachdem er so reducirt ist — auch ganz obliterirt wäre. Zu erklären wäre dies aus der freischwimmenden Lebensweise und dem daraus resultirenden Umstande, dass die Radialia an ihrer Basis eines besondern Stützpunktes nicht mehr bedürfen. Thatsache ist jedenfalls,

dass, wo jene rundliche Einsenkung kenntlich ist, dieselbe nicht mit vorspringenden Ecken zwischen die Radialia eingreift, oder auch nur durch eine sichtbare Grenze von den Radialien geschieden ist. Auf die bemerkenswerthen Unterschiede, welche die Saccocomiden als frei schwimmende Formen gegenüber den Comatuliden aufweisen, gehe ich später ein, nachdem wir die besonderen Eigenthümlichkeiten der einzelnen Skelettheile genauer betrachtet haben.

### Die Radialia.

Die 5 Radialia sind die einzigen Elemente, welche seitlich den Kelch umschliessen. Dieses Verhalten lässt sich in keiner Weise homologisiren mit dem Kelchbau der Eugeniocriniden, bei denen man allerdings früher den Kelch als aus 5 Radialien zusammengesetzt bezeichnete. Ich habe in meiner diesbezüglichen Arbeit (l. c., p. 580) darauf hingewiesen, dass der Kelch hier wesentlich von den unteren Theilen der Arme umschlossen wird und dass also jenes aus den 5 Radialien gebildete Stück, welches ich als Patina bezeichnete, nicht den Kelch, sondern nur den Boden des Kelches repräsentirt, auf welchem die centralen Weichtheile aufliegen und in welchen sie allerdings secundär bei festgewachsenen, stiellosen Formen, wie *Holopus*, mehr oder weniger tief einsinken können. Bei Saccocomiden ist der Kelch eine vollkommen individualisirte Kapsel, an deren Umwandlung die Arme in keiner Weise theilhaftig sind. Das Verhalten, welches uns hier entgegentritt, ist also durchaus originell, da bei allen derart gebauten Crinoiden Basalia an der Bildung der Kelchkapsel Theil nehmen. Bei den paläozoischen Crinoiden mit geschlossener Kelchkapsel sind gewöhnlich sogar zwei Kreise Basalien vorhanden, und nur bei einigen Typen, wie z. B. *Dichocrinus*, macht sich eine Vereinfachung des Kelchbaues geltend, indem unter den grossen Radialien nur noch ein mehr oder weniger verschmolzenes Trichter- oder Schüssel-förmiges basales Kelchstück übrig bleibt. Das Gleiche ist der Fall bei dem lebenden *Hyocrinus*, und eine noch weiter vorgeschrittene Ausdehnung der Radialia auf Kosten der Basalia finden wir bei *Plicatocrinus*, wo namentlich bei *Pl. Fraasi* (vergl. die Textfigur 3, p. 637) dieselben auf ein sehr kleines ungetheiltes Stück reducirt sind. Bei den letztgenannten Formen finden wir dann auch eine weitere Uebereinstimmung in der geringen Dickenentwicklung der Radialia.

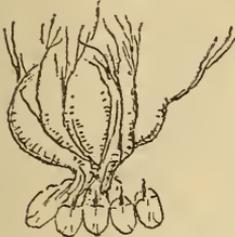
Die ausserordentliche Verdünnung der Kelchtafeln ist eine der auffälligsten Eigenthümlichkeiten von *Saccocoma*. Auf dieselbe hat zuerst v. ZITTEL gebührende Aufmerksamkeit ge-

lenkt. Er bezeichnete die Skeletstücke nicht als solide Platten, sondern als ein weitmaschiges Gitterwerk<sup>1)</sup> und verglich dasselbe mit der netzförmigen Gitterstructur der Plättchen von Comatuliden-Larven. Ich glaube, dass das Eigenthümliche der Skelettbildung von *Saccocoma* darin beruht, dass sich auf einer ungemein dünnen, membranartigen Kalklage ein feines unregelmässiges Netz von Leisten erhebt. Betrachtet man die Kelchtäfelchen von aussen (vergl. Taf. XXX), so sieht man in der Regel nur die anastomosirenden Leisten, deren vertiefte Zwischenräume von gelblicher Gesteinsmasse erfüllt sind. In Folge dessen erscheinen die erhabenen Leisten als ein Netz, deren Maschen durchbrochen sind. Durch sorgfältiges Bürsten kann man indess die Gesteinsmasse entfernen und sieht dann, dass das graue Netz in der That auf einer dichteren Grundlage aufliegt. Noch klarer überzeugte ich mich hiervon an dem pag. 665 Figur 8 abgebildeten Exemplar, an welchem der Kelch aufgeplatzt ist, derart, dass man nun die Radialia neben einander von innen sieht. Auf Tafel XXIX, Figur 5 habe ich ein solches Radiale in 10facher Vergrösserung gezeichnet. Man sieht daran die weissliche Platte und in derselben das verdickte Netz der Oberseite dunkler durchscheinen; die Innenseite selbst zeigt sich glatt; die dunklen Netze erheben sich hier nicht als Leisten, sondern schimmern wegen ihrer grösseren Dicke dunkler durch die Innenplatte durch. Da sich die innere Kalkplatte unter dem Ansatz der Arme erheblich verdickt, so sieht man in der Mitte der Platte die Leisten nicht mehr durchschimmern, und auch in etwas weiterer Entfernung von diesem mittleren Theile markiren sich zunächst nur die dicksten Leisten deutlich. Nach den Seiten verdünnt sich die Innenplatte derart, dass es scheint, als ob dort schliesslich nur das anastomosirende Netzwerk der äusseren Leisten übrig bliebe. Dieses aber ist an den Seiten sehr viel feiner und dichter als in der Mitte des Oberrandes und ordnet sich derart an, dass von dem Ansatz der Arme aus die Runzeln fiederförmig nach unten und den Seiten ausstrahlen. Ihr Verlauf ist also an den Seitenrändern, wo die Radialia an einander stossen, ziemlich parallel. und da das Gleiche für alle Radialia gilt, so scheinen die Runzeln oben gerade, unten in abwärts gerichteten Bogen nach dem benachbarten Radiale hinüberzulaufen. Im Uebrigen ist die Grenze zwischen zwei benachbarten Radialien ziemlich scharf, obwohl dieselben mit deutlichen Zickzacknähten in einander greifen. Der kammförmige Seitenrand wird durch den oben beschriebenen Ver-

<sup>1)</sup> v. ZITTEL. Handbuch etc., I, p. 398.

lauf der Leisten bedingt, welche vorspringende Zäpfchen bilden, zwischen welche die Leisten des Nachbarplättchens eingreifen. Die seitliche Verbindung der Radialia kann aber keine sehr feste

Figur 8.



gewesen sein, wie das in nebenstehender Figur 8 in doppelter Grösse skizzierte Exemplar der Berliner Sammlung beweist. An demselben ist der Kelch derart aufgesprungen, dass die 5 Radialia neben einander in einer Reihe liegen und dabei dem Beschauer ihre Innenseiten zukehren. Auf die Ursache dieses sonderbaren Zerfalles des Kelches gehe ich später ein, bemerke aber schon hier, dass es mir als allein wahrscheinlich dünkt, dass der Kelch durch eine von

Innen ausgehende Spannung zerplatzt ist. Den meisten Widerstand bot der Zerreißung jedenfalls der obere Seitenrand der Radialia, denn hier halten die Plättchen noch an einander fest, während sie am dorsalen Kelchende wie die Blätter einer Knospe aus einander platzten.

Die Kelchtafeln waren ihrer Structur entsprechend jedenfalls etwas elastisch; in Folge dessen sind die Kelche ausnahmslos verbogen, und häufig seitlich oder dorsoventral stark zusammengedrückt, ohne dabei einen Bruch erfahren zu haben. Solche kommen allerdings auch oft genug bei starker Verdrückung vor und beweisen, dass sich jene Elasticität immerhin in engen Grenzen hielt.

Bei dem oben abgebildeten Exemplar haben die Plättchen nach der Trennung von einander wieder ihre normale Wölbung erhalten und zeigen diese deshalb sehr viel deutlicher und zuverlässiger, als die sonstigen zusammengedrückten Exemplare.

Wenn man sich die dorsale Kelchkapsel dieses Exemplares restaurirt, so beträgt ihre Höhe 4 mm, ihr grösster Umfang etwa in zwei Drittel der Höhe 19 mm, der Umfang am Oberrand 15 mm. Das ergiebt einen annähernd halbkugeligen Kelch, dessen Oberrand kaum merklich einwärts gekrümmt ist und dessen oberer Durchmesser bei der Höhe von 4 mm etwa 5 mm beträgt.

Der Oberrand der Radialia ist zwischen den Armen über einer etwas vorgewölbten Kante nach innen umgeschlagen, wie dies namentlich Taf. XXIX, Fig. 6 sichtbar ist. An diesem Exemplar der Tübinger Sammlung gelang es mir, das umgeschlagene Stück zwischen den Armansätzen von der umhüllenden Gesteinsmasse zu säubern. Es zeigte sich hierbei, dass

erstens eine scharfe Grenze zwischen dem der Oberseite angehörigen Stück nicht zu erkennen, und dass zweitens auch innerhalb dieses Stückes eine interradiale Naht nicht sichtbar war. Dass die Radialia mit ihrem Oberrand thatsächlich zwischen den Armen auf die Ventralseite übergreifen, sieht man auch unzweideutig an dem pag. 665 abgebildeten Exemplar bezw. an dem einzelnen Radiale Tafel XXIX, Figur 5. Dass an diesem Exemplar die übergreifenden Platten in ungefähr interradiärer Richtung von einander gerissen sind, ist eine nothwendige Folge der l. c. beschriebenen Aufplatzung des Kelches. Auch der unregelmässige Verlauf der Ränder bei x macht dieselben als Zerreissungslinien kenntlich. Wenn also dadurch die auf Grund von Figur 6 gewonnene Wahrscheinlichkeit, dass das übergreifende Stück einheitlich ist, nicht entkräftet wird, so entsteht noch die Frage, ob jenes ventral zwischen den Armansätzen und also auch den Ambulacren gelegene Skeletstück ein Orale repräsentirt, welches mit dem Oberrand der Radialien verschmolzen ist. Von vornherein unwahrscheinlich ist diese Auffassung nicht, weil der ganze Kelch bei seiner Verdünnung eine sehr intensive Vereinfachung im Bau erfahren hat. Andererseits sieht man keinen scharfen Ambulacralrand an dem übergreifenden Stück, welches durchaus zu erwarten wäre, wenn die Oralien allein das Ventralskelet bilden würden. Man würde dann auch voraussichtlich einmal eine Kelchdecke finden müssen, in welcher eine geschlossene Oralpyramide sichtbar wäre. Trotz eifriger Bemühungen ist es mir aber nicht gelungen, eine solche freizulegen. GOLDFUSS bildet eine solche ab, wobei eine sternförmige Oeffnung den Mund bezeichnen soll. Auch v. ZITTEL bestätigte dies<sup>1)</sup>, während QUENSTEDT annahm, dass die Ventralseite weichhäutig war. Das, was ich zunächst geneigt war, im Anschluss an die Auffassung der Autoren für eine Kelchdecke zu halten, entpuppte sich bei genauem Studium immer als ein dorsales Kelchskelet. Auch durch Schlitze konnte ich keine Spuren einer vollständig verkalkten Kelchdecke nachweisen. In Folge dessen möchte ich glauben, dass die Kelchdecke z. Th., namentlich in der Mitte der Ventralseite wenig oder gar nicht verkalkte, sondern weichhäutig blieb, wie dies ja bei vielen Comatuliden der Fall ist, dass aber nach dem Oberrand der Radialia zu sich eine allmählich zunehmende Verkalkung einstellte.

<sup>1)</sup> Wie Herr Prof. v. ZITTEL die Güte hatte mitzutheilen, hat er sich bei Uebernahme der GOLDFUSS'schen Auffassung auf neue Beobachtungen nicht gestützt.

## Die Arme.

Die Arme der Saccocomiden sind so eigenartig gebaut, dass das Interesse, welches sie verdienen, eine möglichst genaue Beschreibung derselben rechtfertigen dürfte. Ihre Beschreibung bei GOLDFUSS ist in verschiedenen Punkten nicht zutreffend, und gerade ihre wichtigsten Eigenthümlichkeiten sind dabei übersehen oder verkannt worden. v. ZITTEL hat jene Darstellung in sehr wesentlichen Punkten ergänzt und berichtigt, so namentlich auf die Structur, die Art des Ansatzes der Seitenäste und auf die Verbreiterung der unteren Glieder bei *Saccocoma tenella* aufmerksam gemacht. Immerhin bleiben aber auch hier noch eine Reihe wichtiger Punkte hervorzuheben oder zu berichtigen und vor Allem in ihrer biologischen und phylogenetischen Bedeutung zu würdigen.

### 1. Die Gliederung der Arme.

Wenden wir uns zunächst zu der Gliederung der Arme, durch welche der allgemeine Bau derselben wesentlich bestimmt wird, so finden wir eine so complicirte Differenzirung, dass die bisher bei Crinoiden angewandte Terminologie hier kaum ausreicht. Zunächst fallen an den Armen 3 Abschnitte in die Augen: 1. ein unterer einfacher Abschnitt, von welchem 2. zwei zunächst ungetheilte Aeste ausgehen, deren jeder in einem 3. oberen Abschnitt alternirende Seitenäste abgibt. Von anderen Gesichtspunkten aus kann man unterscheiden zwischen den 5 ungetheilten und den 10 durch Dichotomie entstandenen Armen oder zwischen den Armstämmen und den Seitenästen, welche, wie gesagt, nur den distalen Theilen der Armstämme ansitzen.

Wir werden zweckmässig davon ausgehen, dass die Saccocomiden 5 Arme haben. Wenn man wie bisher nach dem Princip DE KONINCK's von „10 Armen“ spricht, so meint man damit natürlich nur die 10 durch Spaltung hervorgegangenen Theile der Arme, schliesst dann aber das untere ungetheilte Stück von dem Begriff Arm gänzlich aus. Das aber erscheint durchaus unstatthaft, da sich die Arme vom Kelch ganz scharf abgliedern und also vom ersten Armgliede an auch wirklich echte Arme sind. Wir können auch aus dem Grunde nur von 5 Armen reden, weil die Ambulacra sich doch nur an 5 Stellen vom Kelch erheben, und dieses, nämlich die Erhebung der Ambulacra auf radialen Skeletstücken über den Kelch hinaus die Grundlage des Begriffes „Arm“ sein muss. Der Ausdruck Arm musste so lange berechtigt erscheinen, als man glaubte, dass diese Organe wie Arme mit Fin-

gern die Nahrung ergreifen und direct dem Munde zuführen. Seitdem man weiss, dass die Ernährung der Crinoiden bei ruhig ausgebreiteten Armen durch Wimperbewegung winziger Tentakel in den Armfurchen erfolgt, hat die Bezeichnung Arm eigentlich ihren Werth verloren. Da sie aber so vollkommen eingebürgert ist, wird man gut thun, daran festzuhalten. Gehen wir aber auf die distalen Theile der Arme ein, so sind wir gezwungen, von den alten Bezeichnungen wie „Finger“ abzugehen und werden zweckmässig den Wachsthumsvorgängen entsprechend die weiteren Bezeichnungen von Theilen eines Baumes herleiten. Danach würden wir dann, wenn wir den untersten ungetheilten Abschnitt — also unseren „Arm“ — dem Stamm gleichsetzen, die darüber folgenden Theile als „Aeste“ bezeichnen. Senden diese dann Armtheile ab, welche ihnen morphologisch annähernd gleichwerthig erscheinen, so wird man diese, wie hier in unserem Falle, als „Seitenäste“ bezeichnen, auch wenn dieselben biologisch den Pinnulis anderer Crinoiden gleichwerthig sind.

Die 5 Armstämme bestehen bis zu ihrer Gabelung nur aus zwei Stücken, einem unteren kurzen, welches dem Radiale aufsitzt, und einem oberen axillären.

Die 10 Aeste lassen, wie gesagt, zwei Abschnitte erkennen, einen unteren, welcher bei erwachsenen Individuen etwa 15 Glieder umfasst, und einen oberen, in welchem jedes dritte der sonst gleichwerthigen Glieder einen Seitenast absendet, die zu einander alternirend gestellt sind. Es ist im Gegensatz zu den bisherigen Darstellungen hervorzuheben, dass sich Seitenäste niemals schon von den unteren Gliedern der 10 Aeste abgliedern, und dass dann ganz regelmässig jedes dritte Glied abwechselnd nach rechts und links einen Seitenast absendet. Die Zahl dieser Seitenäste vermehrt sich am distalen Ende mit dem Alter; bei ausgewachsenen Exemplaren dürften etwa 13 bis 15 vorhanden sein. Die untersten Seitenäste sind etwa (vergl. Taf. XXX)  $\frac{2}{3}$  so lang als der übrige Theil der Armäste, die folgenden nehmen dann allmählich an absoluter Grösse ab, aber so, dass die Astenden und die obersten Seitenäste immer über die unteren ein wenig überragen. Dieser Bau der Arme stimmt am besten mit *Hyocrinus* überein, nur dass bei diesem die 5 Armstämme ungetheilt bleiben. In Uebrigen aber zeigt *Hyocrinus* genau dieselbe Anordnung der Seitenäste, welche sonst mindestens bei allen nachpaläozoischen Crinoiden unbekannt ist.

## 2. Die Armglieder.

Da der Kelch der Saccocomiden eine rings geschlossene Kapsel bildet, an deren Umgrenzung die Arme in keiner Weise

Theil haben, so ist deren Grenze gegen die Kelchstücke, d. h. hier also gegen die grossen Radialia sehr scharf. Die Armglieder sind folglich vom ersten Gliede an freie echte Brachialia. Wenn ich im Anschluss an frühere Ausführungen<sup>1)</sup> die Glieder des ungetheilten Armstammes als Brachialia 1. Ordnung oder kurz „Brachialia“ nenne, so würden die der 10 Armäste als Brachialia 2. Ordnung oder kurz als „Dibrachialia“ zu bezeichnen sein. Für die ungleichwerthigen Glieder der Seitenäste möchte ich den Namen „Carpalia“ verwenden.

Was zunächst die Form der Armglieder anbetrifft, so ist dieselbe an den verschiedenen Theilen des Armes sehr verschieden, und dazu kommen noch die Differenzirungen, welche die verschiedenen Formen von Saccocomiden aufweisen.

Charakteristisch ist im Allgemeinen für die Armglieder der Saccocomiden, dass zu beiden Seiten der Ventralfurche flügelartige Fortsätze stehen und sonach an den Gliedern zwei Elemente zu unterscheiden sind — eine „Axe“ und die beiderseitigen „Flügel“. Die Axe ist an den unteren Gliedern cylindrisch, wenn auch ihre Aussenseite durch Leisten und Gruben unregelmässig wird und an den Gelenkungen Anschwellungen hervortreten. Jedenfalls erscheinen die Flügel hier untergeordnet, weil sie nur etwa halb so hoch sind wie die Axe, und weil sie der Ventralfurche so nahe ansitzen (vergl. Taf. XXIX, Fig. 4), dass sich die Axe kräftig über ihnen hervorwölbt. Dieser Typus gilt etwa für die unteren 15 Dibrachialia. Die Axe verdünnt sich nun allmählich derart, dass nur noch einige anastomosirende Leisten an ihr vortreten, wogegen ihre Enden stärker anschwellen. Gleichzeitig werden die Flügel höher und schmaler, so dass sich das Bild an den oberen Dibrachialien, und das Gleiche gilt für die Carpalia, nicht unerheblich ändert. Die Axe erscheint hier schliesslich als ein ganz feiner dünner Stab, dessen Enden eine kurze Gabel bilden (vergl. Taf. XXIX, Fig. 3). Da die Flügel bei den oberen Gliedern ausserordentlich zart sind und meist im Gestein stecken, so sind hier die Axen allein für das ganze Glied gehalten worden. In einer derartig dünnen Axe könnten natürlich die verschiedenen Weichtheile des Armes nicht Platz finden, und auch die gabelige Endigung wäre unerklärlich. An allen gut erhaltenen Exemplaren — diese sind freilich recht selten — sieht man bis zu den letzten kleinsten Gliedern den verdickten Ober- und Unterrand der Flügel, und es zeigt sich, dass jene für das Glied gehaltene Axe nur die dorsale Längs-

<sup>1)</sup> O. JAEKEL. Holopocriniden, p. 580.

leiste ist, welche sich zur Festigung des Armgliedes an dessen Aussenseite entwickelt hat. Die scheinbar gabelige Endigung der Glieder entspricht dem gleichen Zweck, Aussenkanten zur Verfestigung der Gelenkflächen zu bilden. Ein ganz entsprechendes Verhalten zeigen auch die untersten Armglieder, z. B. das Axillare junger Individuen oder einer kleineren Art, indem auch hier bei sehr geringer Grösse nur eine Aussenkante und zwei Kanten am Aussenrand der Gelenkflächen deutlich hervortreten, während sich neben der Längskante weitere Leisten erst sehr undeutlich zu markiren beginnen.

Die ventral gerichteten Flügel zeigen einen sehr merkwürdigen Bau. Auf Tafel XXIX, Figur 2 und 4 habe ich solche der unteren Dibrachialien von der Seite und im Querschnitt abgebildet. Aus diesen Abbildungen geht zunächst hervor, dass die Flügel paarig entwickelt sind und nicht, wie v. ZITTEL vermuthet hatte, alternirend an den Armgliedern stehen. Sie sind ferner unmittelbar neben der Ventralfureche der Armglieder inserirt und mit geringer Divergenz ventral gerichtet. Der Umstand, dass gewöhnlich nur der eine Flügel sichtbar ist, erklärt sich daraus, dass der andere dann tiefer im Gestein steckt, wenn er nicht wie Tafel XXIX, Figur 4 an den anderen heran gedrückt ist, oder beide im Querschnitt bezw. von oben oder unten sichtbar werden (Taf. XXIX, Fig. 2). Auch an mikroskopischen Schlifften liessen sich obige Verhältnisse klar erkennen. Die besondere Form der Flügel variirt zwar, wie gesagt, sehr mit der Stellung der Armglieder bezw. ihren Wachstumsstadien, immer aber ist ihr Ober- und Unterrand verdickt, so dass diese meist allein kenntlich sind. GOLDFUSS hatte sie deshalb als Stacheln aufgefasst, und JOH. MÜLLER ihre Träger deswegen mit den Ophiuriden in Beziehung gebracht. Schon QUENSTEDT sprach aber die Vermuthung aus<sup>1)</sup>, dass sich zwischen jedem Paar von Stacheln eine zarte Membran ausgebreitet habe. v. ZITTEL<sup>2)</sup> constatirte dies dann mit Sicherheit und gab eine Abbildung, in welcher das Netzwerk der Leisten sich zwischen Ober- und Unterrand der Flügel hinein erstreckt. Es muss dieser Abbildung übrigens ein ungewöhnlich stark verkalktes Exemplar zu Grunde gelegen haben, da gewöhnlich die Leisten auf dem Zwischenplättchen sehr bald verschwinden, und in den äusseren Theilen der Flügel dann nur die dünne, von QUENSTEDT vermuthete Kalkmembran übrig bleibt, welche auch an den Kelchplatten die Grundlage bildet, auf wel-

1) F. A. QUENSTEDT. Asteriden und Encriniden, p. 156.

2) v. ZITTEL. Handbuch etc., I, p. 398, f. 284 d.

cher sich die netzförmigen Leisten zur Verstärkung aufsetzen. An den unteren Dibrachialien sind, wie die citirten Abbildungen zeigen, die Flügel nur etwa halb so hoch als die Axen, dafür aber länger als die Höhe der Glieder. An den höheren Dibrachialien und den Carpalien ändern sich diese Verhältnisse allmählich in das Gegentheil um, indem die Flügel kürzer und fast ebenso hoch werden als ihre Axen (vergl. Taf. XXX). An dem letzten Gliede scheinen sich die Flügel in der Weise nach oben zu verschmälern, wie dies Tafel XXIX, Figur 3 dargestellt ist. Eine absolute Sicherheit habe ich hierüber allerdings bei der Kleinheit der Objecte und der ausschliesslichen Möglichkeit, sie in auffallendem Licht zu beobachten, nicht gewinnen können. Fast ausnahmslos entziehen sich auch die Enden der Arme durch Einrollung jedem Studium ihrer Theile.

Es kann wohl kaum einem Zweifel unterliegen, dass jederseits jene Flügel durch weichhäutige Membranen mit einander verbunden waren und so eine einheitliche Rinne bildeten, in welcher die Wimperbewegung der Tentakeln bezw. die Bildung der Geschlechtsproducte erfolgte. Dass die Function der Wimperung der Tentakeln zur Ernährung eines Crinoiden nothwendig ist, ist sicher, ebenso sicher aber ist, dass sie in der z. Th. haardünnen Axe allein keinen Platz gehabt hätten. Wenn wir also auf der einen Seite das Vorhandensein solcher Wände supponiren müssen, würde es auf der anderen Seite wohl schwer sein, sich vorzustellen, wie und zu welchem Zweck jene Flügel als isolirte Hartgebilde an den Armgliedern nach innen gerichtet waren. Würden sie sich nach aussen wenden, so könnte man vielleicht noch an Vertheidigungswaffen denken, aber an der Innenseite wären sie doch dazu nur hinderlich. Ueberdies zeigt uns die gesammte Organisation der Saccocomiden eine möglichste Rückbildung aller den Körper unnöthig beschwerenden Skelettheile.

Der Zweck dieser auffälligen Flügel konnte also jedenfalls nur der sein, eine Rinne für die Tentakeln zu bilden, oder, wenn wir dem objectiven Grund dieser Erscheinung nachgehen, so müssen wir sagen, dass sich die Armglieder zur Erleichterung des Gewichtes derart verdünnt haben, dass schliesslich nur noch die Wände der Tentakelrinne übrig blieben, welche nun durch die äussere Axe noch zusammengehalten und nothdürftig verfestigt werden. Es sei hier an das Verhalten erinnert, welches uns an den unteren Theilen der Seitenäste von *Hyocrinus* entgegentritt (vergl. pag. 657), wo eine tiefe Rinne zur Aufnahme der Hoden sich bildet und an der dorsalen Seite durch die Axe des Armgliedes in ganz ähnlicher Weise wie hier zusammengehalten wird.

Der bisher beschriebene Armbau von *Saccocoma* erfährt eine weitere, sehr merkwürdige Differenzirung, indem sich bei einem Theile der Formen an den unteren Armgliedern eigenthümliche Platten entwickeln, für welche es bei Crinoiden kein Analogon giebt. Dieselben sitzen den Armgliedern an und breiten sich von diesen nach den Seiten und etwas nach oben aus. Hierbei erfahren die Platten eine Biegung, indem sie von den Armgliedern aus zunächst etwas ventral gerichtet sind, sich mit ihrem Aussenrand dann ein wenig in dorsaler Richtung aufbiegen.

Die Platten bestehen aus einer Kalklamelle von dichter Structur, und sind bedeutend stärker als die Zwischenplatten der Ventralflügel der Arme, dagegen — vielleicht in Folge dessen — niemals mit äusseren anastomosirenden Leisten versehen wie die übrigen Skelettheile. Die Grösse dieser Platten nimmt an den Gliedern von unten nach oben ab, derart, dass jede derselben unten an dem Brachiale II etwa  $2\frac{1}{2}$  Mal so breit ist als dessen Axe, während die obersten an Breite die Axe kaum übertreffen. Andererseits werden die unteren Armglieder dadurch in verschiedener Weise modificirt, dass nicht alle unteren Glieder Platten besitzen, sondern dass den untersten Platten tragenden Gliedern kurze plattenlose Verbindungsstücke eingeschaltet sind.

Betrachten wir zunächst die Verhältnisse bei *S. tenella*, so besitzt das axilläre Brachiale II von den Flügel tragenden Gliedern des unteren Armabschnittes die breitesten Flügel. Dieselben nehmen ungefähr dieselbe Breite ein wie die darauf folgenden Flügel der zweiten Dibrachialia zusammen. Sie umspannen bei aufrechter Stellung der Arme vollständig den Raum über dem Kelch, während sie in seitlich ausgebreiteter Lage der Arme etwa um die Hälfte ihrer Breite von einander abstehen (vergl. Taf. XXX). Jeder einzelne Flügel ist nach unten weniger, nach oben etwas mehr über das Ende des eigentlichen Gliedes ausgeschweift, während der Seitenrand eine einfache Rundung aufweist.

Die dem Axillare aufsitzenden Dibrachialia I tragen keine Flügel, sondern sind kurze Verbindungsstücke, die aber mit dem Dibrachiale II ebenso wie mit dem Axillare gelenkig verbunden waren. Diese Verbindungsstücke entsprechen dem Raum, um welchem die Flügel des Axillare nach oben und die des Dibrachiale II nach unten ausgeschweift sind (vergl. Taf. XXX). Es lässt sich wohl annehmen, dass die Einschaltung derartiger kurzer, flügelloser Glieder die Beweglichkeit dieses Armabschnittes erhöhte, und dass vor Allem die grossen Flügel mit ihren oberen und unteren Rändern nicht mit einander collidirten.

Das Dibrachiale II (Taf. XXX) trägt Flügel, welche im All-

gemeinen denen des Axillare entsprechen, aber dadurch eine besondere Abweichung zeigen, dass die inneren, von beiden Dibrachialien gegen einander gerichteten Platten wesentlich schmaler sind als die, welche auswärts gerichtet sind. Der Zweck dieser Ausbildung ist selbstverständlich der, dass die Plättchen der zusammengehörigen und sich unten nähernden Armäste nicht an einander stossen. Die Dibrachialia III sind plattenlose Verbindungsglieder wie die Dibrachialia I. Die drei folgenden Glieder tragen sämtlich Platten, welche beiderseits gleich breit sind und sich allmählich derart verschmälern, dass an dem Dibrachiale V die Platten nur schmale, aufwärts gerichtete Fortsätze der Axen bilden (vergl. Taf. XXX). Auf diese Seitenplatten tragenden Glieder folgen dann die normalen Dibrachialia, deren oben besprochene Ventralflügel diesem Theile der Arme ein wesentlich anderes Aussehen geben.

In einigen wenigen Fällen glaube ich nun auch homologe Gebilde bei *S. pectinata* beobachten zu können. Am deutlichsten sehe ich dieselben an einem besonders gut erhaltenen Exemplare der Tübingener Sammlung, welches mir Herr Professor BRANCO zur Ansicht sandte. An dem Axillare dieses Stückes bemerkt man jederseits eine ausserordentlich dünne, zarte Platte, welche zwar in der allgemeinen Form der entsprechenden bei *S. tenella* gleicht, aber von dieser, abgesehen von ihrer viel grösseren Zartheit, noch durch einen unregelmässig zickzackartigen Rand unterschieden ist. Dieser Rand der Kalkplatte kann unmöglich ein freier gewesen sein, sondern lässt meines Erachtens nur die Auslegung zu, dass über diesen Rand hinaus sich noch eine weichhäutige Membran als Fortsetzung der verkalkten Platte ausdehnte. An den folgenden Armgliedern habe ich solche Plättchen nicht mit voller Klarheit erkennen können.

Wenn wir aus der besprochenen Beobachtung bei *S. pectinata* den Schluss zogen, dass seitlich über jene Plättchen hinaus noch eine weichhäutige Membran reichte, so würden wir uns wohl vorstellen müssen, dass dieselbe die unteren Theile aller Arme einheitlich verband, wie dies etwa bei Octopoden der Fall ist. Dann würden jene selten beobachtbaren, unregelmässig umgrenzten Kalkplättchen lediglich als verstärkte Theile jener verbindenden Haut erscheinen, und ihr häufiger Mangel würde nicht gegen die sehr wahrscheinliche Annahme sprechen, dass auch bei *S. pectinata* Einrichtungen vorhanden waren, welche jenen Schwimmlatten bei *S. tenella* entsprachen und den beiden sonst so auffallend ähnlich gebauten Organismen die gleiche Lebensweise ermöglichten.

Die geschilderte Ausbildung flügelartiger Ausbreitungen von

Armgliedern hat kein Analogon unter den Pelmatozoen, mit der Beurtheilung ihrer biologischen Bedeutung sind wir daher ganz auf die Saccocomiden und eventuelle Homologien bei anderen ähnlich lebenden Thieren angewiesen.

K. v. ZITTEL hatte die Vermuthung aufgestellt, dass *S. tenella* geschlechtsreife Individuen von *S. pectinata* repräsentire, da sie sich von letzteren durch jene flügelartigen Fortsätze unterschiede. Dieser Annahme glaube ich mich aus folgenden Gründen nicht anschliessen zu können. Geschlechtsreif werden Echinodermen, sobald sie ihre definitive Gestalt erlangt haben. Dass die Production von Geschlechtsstoffen früher aufhörte als das Grössenwachsthum des Thieres, ist höchst unwahrscheinlich. Nun ist *S. pectinata* durchweg viel grösser, meist etwa doppelt so gross als *S. tenella*. Wir müssten also annehmen, dass die Individuen nur in der Zeit geschlechtsreif waren, wenn sie etwa ihre halbe definitive Grösse erreicht hatten. Das scheint mir aber mehr als unwahrscheinlich, ebenso wie der Umstand dann unerklärlich wäre, dass die Thiere gerade in jener Zeit so massenhaft starben.

Die Annahme, dass jene Flügel bei *Saccocoma* überhaupt mit geschlechtlichen Functionen in irgend welcher Beziehung gestanden haben könnten, scheint mir schon deshalb nicht berechtigt, weil sich ausser den bekannten Anschwellungen der Pinnulae merkliche Eigenthümlichkeiten weder zu bestimmten Zeiten, noch bei den einzelnen Geschlechtern einstellten. Da sich überhaupt Unterschiede im Geschlechtsleben nur in der Production des Samens und der Eier geltend machen, so liegt also kein Grund vor, die Ausbildung jener sonderbaren Organe mit dem Geschlechtsleben in irgend welchen Zusammenhang zu bringen.

Müssen wir demnach jene Organe als systematische Eigenthümlichkeiten anerkennen, so läge es vielleicht nahe anzunehmen, dass dieselben irgendwie zum Schutz des Thieres dienten. Aber auch diese Annahme hat keinen rechten Boden, auf den sie sich stützen könnte. Wir kennen in dem unendlichen Formenreichtum der Pelmatozoen viele Einrichtungen, die wir dem Schutzbedürfniss zusprechen können. So zeigen sich gerade Verbreiterungen der untersten Armglieder, z. B. sehr auffallend bei *Bathycrinus* und *Rhizocrinus*, aber hier wie in anderen derartigen Fällen dienen dann eben jene verbreiterten Armglieder zum Schutz, d. h. zur Umwandung der centralen Weichtheile. Davon ist aber bei *S. tenella* keine Rede, da hier die centralen Weichtheile ganz in der rings geschlossenen Kelchkapsel eingebettet sind. Die einzig zu schützenden Organe an der Oberseite des Kelches sind die Ambulacralrinnen mit ihren Tentakeln; deren Schutz aber erfolgt überall bei den Pelmatozoen durch den Zusammenschluss

der Kelchdecke, event. durch den besonderer, an ihnen angebrachter Saumplättchen. Es fehlen also, soweit wir die Organisation fossiler Crinoiden überhaupt beurtheilen können, Theile, die an dieser Stelle besonderer Schutzorgane bedürften. Dazu kommt, dass frei lebende Thiere, wie die Saccocomiden es jedenfalls waren, sich im Allgemeinen viel weniger zu schützen pflegen als Strand- oder Bodenformen, und dass gerade die Saccocomiden mit ihrem dünnen stacheligen Skelet und geringen Weichtheilen keine lockende Nahrung für andere Thiere sein konnten. Dafür spricht auch ihre locale Häufigkeit, wie sie unter Echinodermen wohl nur gegenwärtig von den Comatuliden erreicht wird.

Mit der ganzen Organisation der Saccocomiden steht hingegen die Annahme in bestem Einklange, dass jene flügelartigen Organe zur Schwimmbewegung dienten. Ueber die Art, wie dieselben diesem Zwecke gedient haben mögen, gehe ich später ein; hier möchte ich zunächst nur die Möglichkeit und die Berechtigung dieser Annahme besprechen. Dass plattige Ausbreitungen an beweglichen Extremitäten von Wasser bewohnenden Thieren zum Schwimmen dienen können, ist ebenso selbstverständlich wie häufig zu beobachten. Das einzig Auffällige an der Erscheinung ist hier nur, dass sie bei einem Crinoid auftritt, bei denen man solche Verhältnisse gar nicht kennt und unter den Echinodermen zunächst auch am wenigsten vermuthen sollte. Wir haben nun aber oben gesehen, dass der Mangel von Stiel und Cirrhen, sowie die Verdünnung aller Skelettheile nur die Annahme zulassen, dass die Saccocomiden frei im Wasser schwebten. Geben wir aber zu, dass die Saccocomiden diese allerdings sehr auffallende Lebensweise gehabt haben, so werden wir die Berechtigung der obigen Annahme nicht bestreiten können. Zu meiner grossen Freude machte mich nun Herr Dr. F. SARASIN auf eine kürzlich von HUB. LUDWIG<sup>1)</sup> beschriebene Ophiuridenform aufmerksam, welche analoge Organe an den Armgliedern aufweist und auf Grund derselben auch für eine wahrscheinlich frei schwimmende Ophiuride von dem genannten Verfasser gehalten wird. Bei dieser, *Ophiopteron elegans* genannten Form sind die für die Ophiuriden charakteristischen Seitenstacheln der Armglieder in eigenthümlicher Weise differenzirt und z. Th. genau wie die Zehen eines Gänsefusses durch Membranen verbunden. Ein wesentlicher Unterschied dieser Schwimmpplatten gegenüber denen von *Saccocoma*

<sup>1)</sup> HUB. LUDWIG. *Ophiopteron elegans*, eine neue, wahrscheinlich schwimmende Ophiuridenform. Zeitschr. f. wissenschaftl. Zool., 1888, XLVII, 3, p. 449.

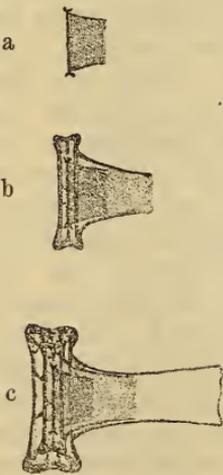
besteht übrigens darin, dass dieselben erstens beweglich und zweitens in grösserer Zahl an jedem Armgliede befestigt waren. Der Bau dieser Organe lässt aber wohl keinen Zweifel darüber, dass HUB. LUDWIG mit seiner Deutung derselben als Schwimmplatten das Richtige getroffen hat.

Kennen wir nun aber mit *Ophiopteron elegans* ein Echinoderm mit Schwimmorganen, so werden wir umsoweniger Anstand nehmen können, jene Seitenplatten auch bei *Saccocoma* als Schwimmorgane zu deuten, als bei dieser Form jene Platten durchaus Neubildungen sind, denen eine andere Function kaum zugesprochen werden kann, und insofern die frei schwimmende Lebensweise der Saccocomiden auch aus anderen Gründen unzweifelhaft erscheint.

Ueber das Wachsthum der Armglieder geben die Unterschiede Aufschluss, welche die älteren Armglieder den jüngeren gegenüber aufweisen. Bei Besprechung ihrer Form wurde hervorgehoben, dass die zuletzt entstandenen oberen Glieder schmale Ventralflügel tragen, welche aber ziemlich ebenso hoch sind als die dorsalen Axen, während nach den unteren Theilen der Arme zu allmählich eine Aenderung dieses Verhältnisses Platz greift, derart, dass die älteren Glieder hohe Axen und lange, aber wenig

hohe Flügel besitzen. In nebenstehender Textfigur sind schematisch ein oberes jüngstes (a), ein mittleres (b) und ein unteres älteres Glied (c) in seitlicher Ansicht dargestellt. Die im ersten Stadium (a) gebildeten Theile sind am dunkelsten, die in einem mittleren Stadium dazu gekommenen Theile etwas heller gezeichnet, die zuletzt gebildeten nur umzogen. Hieraus geht hervor, dass sich die Axe in der Weise bildet, dass zuerst ein dünnes Stäbchen mit oberer und unterer Gabelung angelegt wird und in den späteren Stadien die mittlere Längsleiste der Axe bildet. Bei weiterem Wachsthum legt sich dann zur Verfestigung der verbreiterten Flügel jederseits neben der ersten Axe eine parallele Leiste an, welche durch die obere und untere Gabelung der ersten Leiste mit dieser

Figur 9.



anastomosirt. Die sich nun wieder zur Verstärkung der Gelenkköpfe bildenden Seitenleisten dienen dann später zur Bildung von Anastomosen mit den neu hinzutretenden Längsleisten.

Die Flügel werden andererseits immer breiter, ohne merklich an Höhe zuzunehmen; erst an den unteren Gliedern werden

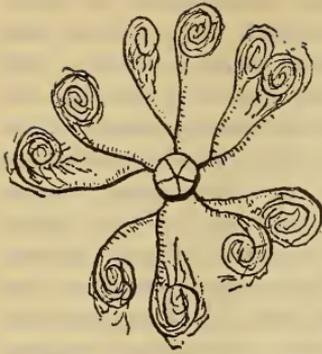
sie am distalen Ende etwas höher. Die ursprünglich vorhandenen verdickten Ober- und Unterränder bleiben dabei immer als solche bestehen und werden nur verlängert, während die zwischen ihnen liegende dünne Kalklamelle sich nur ganz wenig verdickt. Erst bei den älteren Gliedern verdickt sich von der Axe aus der Ober- und Unterrand stärker, während gleichzeitig zarte, anastomosirende Leisten zur Verstärkung auf den Zwischenplatten entstehen. Ich hob bereits hervor, dass ich solche immer nur an der Axe beobachtet habe, während v. ZITTEL sie auf dem ganzen Zwischenplättchen in der Zeichnung angiebt. Dieser Zustand würde dann den Endpunkt dieser Differenzirung darstellen. Bemerket sei noch, dass an den Gelenkköpfen die Kalkablagerung im Alter eine ziemlich dichte wird, indem die Gruben zwischen den Stützleisten fast ganz mit Kalksubstanz erfüllt werden.

Diese eigenthümlichen Wachsthumsvorgänge stehen im besten Einklang mit der Tendenz, die Skelettheile nur soweit zu verstärken, als unbedingt nothwendig ist. Da augenscheinlich bei diesen Formen zur Umgestaltung von Skelettheilen nachträgliche Kalkresorptionen, welche bei Wirbelthieren so vielfach eintreten, nicht stattfinden, so sind die Organismen darauf angewiesen, alles Vorhandene zu behalten. Würden nun aber jene Flügel über ihren verdickten Ober- und Unterrand hinaus vergrößert werden, so würden die Flügel durch die stets nothwendige Verstärkung des Ober- und Unterrandes viel dicker und schwerer werden, als dies so der Fall ist, wo die verdickten Ränder als solche bestehen bleiben und nur mit dem zunehmenden Wachsthum der Flügel in die Länge nothdürftig verdickt merden. So bleiben die Flügel immer dünn und beschweren den Organismus in möglichst geringer Weise. Dadurch, dass sie sich am distalen Ende nach oben und unten wieder verbreitern, füllen sie den Zwischenraum zwischen den Flügeln benachbarter Glieder besser aus, so dass die sie verbindende weichhäutige Membran mehr Halt bekommt.

## 2. Die Einrollung der Arme.

Die überwiegende Mehrzahl der Exemplare von *Saccocoma* zeigt die Enden der Arme in sehr auffälliger Weise eingerollt, wie es etwa die Textfigur 10, pag. 678, zeigt, und wie dies auch in den Darstellungen bei GOLDFUSS und v. ZITTEL klar zum Ausdruck kommt. Die Einrollung beginnt mit den Armgliedern, von denen Seitenäste ausgehen, und diese letzteren nehmen dann an der Einrollung in der Weise Antheil, dass sie sich seitlich an die Hauptäste anlegen und sich mit diesen zusammen einbiegen. Die Arme bilden dann mit den Seitenästen eine vielfach eingedrehte Spirale, in welcher allerdings bei der Zartheit der

Figur 10.



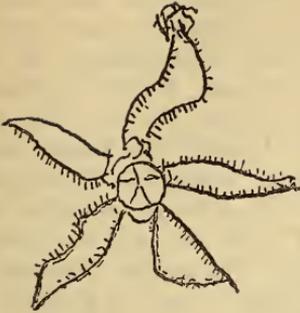
hier in der Lage, die Bedeutung dieser Fähigkeit zu beurtheilen, was bei den paläozoischen *Articulosa* nicht der Fall ist. Ich habe, wie ich hoffe, l. c. den Nachweis geliefert, dass die Holopocriniden typische Riffbewohner sind, und damit das Einrollungsvermögen dieser Thiere als Schutzmittel zu erklären versucht. Das Thier ist in der Lage, sich gegen Feinde oder zu starke Strömung durch Einrollung der Arme allseitig vollkommen wie eine Knospe zu verschliessen. Die ganze Organisation der Arme hat sich denn auch dieser Function angepasst und weist eine Reihe diesbezüglicher Eigenthümlichkeiten auf, die keinem anderen Zwecke gedient haben können.

Bei *Saccocoma* liegt der Fall aber ganz anders. Diese Formen haben als pelagisch lebende Thiere weder die Veranlassung zu einem derartigen Schutz, noch ist der Körper so gebaut, dass die Einrollung dem Organismus die Vortheile brächte, wie bei *Holopus*. Ja, es will mir sogar in den meisten Fällen scheinen, als ob die Einbiegung auf einander folgender Glieder stärker wäre, als sie normaler Weise möglich war. Man sieht sogar oft, dass die Arme, namentlich die Armenden, an den Gelenken geradezu gebrochen sind, d. h. so aus dem Zusammenhang gelöst, dass sie z. B. im rechten Winkel an einander liegen, sich also jedenfalls in abnormer Lage befinden. Ferner kann man gar nicht selten eine sehr auffallende Lage der Arme beobachten, dass sich nämlich ganz regelmässig je zwei zusammengehörige Armäste mit den Enden verschlungen haben, wobei die sonst eingerollten Enden mehr oder weniger abgebrochen sind. In Figur 11, pag 679, habe ich ein solches Exemplar meiner Sammlung in natürlicher Grösse abgebildet. Dass es sich in diesem Falle um eine normale Lage der Arme handele, ist ausgeschlossen, ebenso ausgeschlossen ist, dass eine derartige Lage

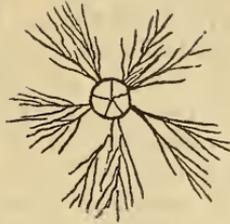
Theile die einzelnen Skeletstücke nun meist unentwirrbar auf und neben einander liegen.

Die häufige Beobachtung einer derartigen Einrollung legt die Annahme nahe, dass den Armen auch im Leben des Thieres ein sehr entwickeltes Einrollungsvermögen zukam und dieses für den Organismus auch eine hohe biologische Bedeutung besass. Wir kennen ein sehr entwickeltes Einrollungsvermögen unter den lebenden Formen bei den Holopocriniden und sind

Figur 11.



Figur 12.



eine rein zufällige ist. Auch regelmässige Einknickungen sämtlicher Arme an einer bestimmten Stelle sind gar nicht selten, so dass z. B. wie an einem in Figur 12 abgebildeten Exemplar meiner Sammlung nur die Armenden an dem Kelch hervorragen, die unteren Theile derselben aber unter den Kelch eingeschlagen sind<sup>1)</sup>.

Alle diese Beobachtungen legen den Schluss nahe, dass es sich bei der Einrollung der Arme von *Saccocoma* zum grossen Theil, wenn nicht ausschliesslich, um pathologische Vorgänge handelt, welche bei dem Absterben des Thieres die normale Haltung der Arme verändert haben. Auf einige weitere diesbezügliche Punkte gehe ich im folgenden Capitel und bei Besprechung der Lebensweise ein.

### 3. Der Zweck der Arme.

Die festsitzende Lebensweise hat die Pelmatozoen genöthigt, sich ihre Nahrung mit Hülfe der ambulacralen Tentakeln nach dem Munde zuführen zu lassen. Da die Grösse dieser Leistung wesentlich von der Länge der wimpernden Tentakelrinnen abhängen musste, so stellte sich sehr bald bei den Pelmatozoen die Tendenz ein, die Ambulacralfurchen zu verlängern. Die am wenigsten differenzirte Gruppe derselben trug in sehr primitiver Weise diesem Zweck dadurch Rechnung, dass sie ihre noch an den Körper gebundenen Ambulacralfurchen spiral am Körper drehte (*Agelacrinus*, *Gomphocystites*). Einen wesentlich rationelleren und nahezu unbegrenzten Differenzierungsweg schlug die

<sup>1)</sup> Ein derart erhaltenes Exemplar mag zu der irrthümlichen Annahme veranlasst haben, dass Seitenäste sich schon von den unteren Armgliedern abzweigen.

Mehrzahl der Pelmatozoen aber dadurch ein, dass diese die Ambulacrafurchen auf neu gebildeten Skeletstücken über den Körper hinaus verlängerten. Bei den Blastoideen geschah dies durch sehr zahlreiche, kleine, gleichwerthige Ausstülpungen, die sich auf ambulacralen Flächen am Körper erhoben, bei den Crinoiden sind es schliesslich wenige, meist nur 5 Arme, die sich etwa in halber Höhe des Körpers und gleichem Abstände vom Munde erheben<sup>1)</sup>.

Die Function der Ernährung, welche die Entwicklung von Armen veranlasste, ist bei allen Crinoiden die wichtigste Aufgabe derselben geblieben. Dass dies auch bei den Saccocomen der Fall war, unterliegt keinem Zweifel. Die kleinen Tentakeln sassen sicher im Grunde der rinnenförmigen Arme und führten durch wimpernde Bewegung dem Munde in den Armrinnen die Nahrung zu.

Die Abhängigkeit, in welcher die Entwicklung von Geschlechtsproducten von den physiologisch dominirenden Ambulacralorganen steht, erklärt es, dass diese den Ambulacren angelagert und bei der fortschreitenden Reduction des centralen Rumpfes mit jenen auf die freien Arme gerückt sind, von denen aus ihre Ausstreuung in vortheilhafter Weise erfolgen kann. Der letztgenannte Umstand mag der Grund sein, dass die Geschlechtsproducte bei den uns bekannten lebenden Crinoiden stets in den äusseren Theilen der Arme, d. h. bei den echte Pinnulae tragenden Crinoiden in den Pinnulis untergebracht sind. Es liegt aber doch wohl kein Grund zu der Annahme vor, dass bei denjenigen Crinoiden, bei denen die Arme keine echten Pinnulae tragen, die Geschlechtsproducte nicht ebenfalls in den äusseren Theilen der Arme untergebracht waren, besonders da, wo der Kelch den Armen gegenüber so klein war, wie z. B. bei *Cyathocrinus* und anderen paläozoischen Typen. Bei dem lebenden *Hyocrinus* kann man die Seitenäste der Arme vom morphologischen Standpunkte aus sicher nicht als Pinnulae bezeichnen, da in ihnen aber die Geschlechtsproducte liegen, so glaubte P. H. CARPENTER die Seitenäste lediglich aus diesem Grunde als Pinnulae bezeichnen zu müssen. Hiernach wird es kaum einem Zweifel unterliegen können, dass auch bei den Saccocomiden die Geschlechtsproducte in den Armen, und zwar in deren Seitenästen untergebracht wurden. Bei dem lebenden *Hyocrinus* vergrössern sich dabei die Armrinnen durch Erhöhung ihrer Seitenränder (vergl. oben die Beschreibung von *Hyocrinus*), wobei an diesem die Nähte der einzelnen Glieder z. Th. zu obliteriren scheinen.

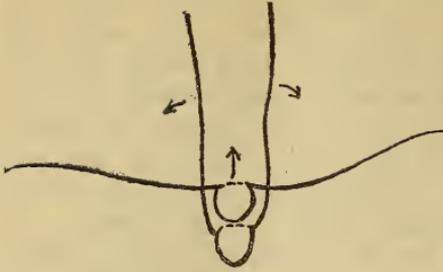
<sup>1)</sup> Die hier vertretenen Anschauungen werden in einer demnächst erscheinenden Arbeit ausführlicher dargelegt werden.

In ähnlicher Weise werden wir uns auch die Bergung der Geschlechtsproducte bei den Saccocomiden vorzustellen haben, nur dass hier die an sich tiefen Rinnen vielleicht einer bedeutenden Vergrößerung dabei nicht mehr bedurften. Dass etwaige Anschwellungen der Seitenäste bei Saccocomiden nicht beobachtet werden können, erklärt sich wohl, abgesehen von der Zartheit der Objecte, wie bei anderen fossilen Crinoiden daraus, dass vor dem normalen Absterben des Thieres die Bereitung von Geschlechtsproducten bereits ihr Ende erreicht hatte. Einen normalen Tod aber werden wir, wie sonst bei gut erhaltenen fossilen Thieren, im Allgemeinen stets annehmen müssen, wenn nicht pathologische Erscheinungen oder dergleichen eine andere Auffassung rechtfertigen. Es wurde bereits oben hervorgehoben, dass die Vermuthung v. ZITTEL's, dass die Schwimmplatten bei *Saccocoma tenella* auf Geschlechtszustände zurückzuführen seien, keine Wahrscheinlichkeit für sich hat.

Bei den Saccocomiden erlangen nun die Arme, wie wir sahen, noch eine dritte Function, nämlich die der Bewegung ihrer Träger. Bei den Comatuliden soll eine solche gelegentlich durch rhythmische Contractionen der Arme erfolgen, führt aber jedenfalls zu keinen weiteren Differenzirungen der letzteren. Dies aber ist bei Saccocomiden der Fall, indem sich an den unteren Armgliedern breite, flügelartige Platten ausbilden, deren Form und Stellung sich mit nichts anderem besser erklären lässt, als dass dieselben zur Schwimmbewegung dienen. Seitdem HUB. LUDWIG, wie wir sahen, eine Ophiuriden-Form beschrieben hat, bei welcher sich ebenfalls, wenn auch anders organisirte Schwimmplatten entwickelt haben, hat obige Differenzirung bei den Saccocomiden wenigstens ein Analogon unter den Echinodermen. Es darf vielleicht als ein Glück betrachtet werden, dass jene Ophiuriden-Form erst jetzt bekannt geworden ist, sonst würde dadurch die ältere Auffassung jedenfalls sehr bestärkt worden sein, dass *Saccocoma* eine Zwischenstellung zwischen Ophiuriden und Crinoiden einnähme.

Die specielle Function der Schwimmplatten von *S. tenella* kann einerseits eine passive gewesen sein, indem dieselben bei horizontaler Ausbreitung den Körper am Sinken und einer unbeabsichtigten Drehung aus dem seitlichen Gleichgewicht hinderten. Andererseits mussten dieselben bei seitlicher Ausbreitung der Arme einen solchen activen Druck auf das Wasser ausüben, dass der Kelch in die Höhe gehoben wurde. Diese Bewegung soll durch Figur 13, pag. 682, veranschaulicht werden, in welcher die resultirende Stellung der Arme und des Kelches durch punktirte Umrisse angedeutet ist. Der umgekehrte gleichmässige

Figur 13.



Druck muss natürlich den Kelch in entgegengesetzter Richtung bewegen. Ob eine solche Bewegung, bestehend in kräftigem Ausbreiten und vorsichtigem Zurückziehen der Arme, stets rythmisch erfolgte, oder ob dadurch nur ausnahmsweise der an sich schon schwimmende Körper bewegt wurde,

ob ferner, wie wir dies hier bei *Saccocoma tenella* sahen, individualisirte Schwimmplatten vorhanden waren, oder ob, wie es bei *S. pectinata* schien, eine zusammenhängende Membran sich zwischen den unteren Armgliedern ausbreitete, würde für die Art der Schwimmbewegung gleichgültig sein, da die Druckverhältnisse in beiden Fällen wesentlich die gleichen gewesen wären. Im letzteren Falle würden die Thiere dann ähnlich wie die Quallen geschwommen sein, und dies lässt die Möglichkeit nicht absolut ausgeschlossen erscheinen, dass sich der Kelch bei diesen Formen, wie bei den frei lebenden Echinodermen, wieder nach oben, Mund und Arme also nach unten gewendet haben könnten. Wahrscheinlich aber dürfte diese Annahme deshalb nicht sein, weil, dem Gesetz der Schwere entsprechend, die Nahrungsstoffe von den Tentakeln eines Crinoiden doch sicherlich leichter nach unten als nach oben bewegt und dem Munde zugeführt werden. Die Schwimmbewegung wäre auch in jedem Falle hier eine wesentlich andere gewesen, als bei LUDWIG's *Ophiopterion elegans*, da bei diesem jedenfalls die einzelnen fächerförmigen Flügel selbstständig bewegt werden konnten.

#### 4. Das Verhältniss der Arme zum Kelch.

Wenn man die eigenthümliche Anordnung der netzartigen Leisten auf den Radialien betrachtet, so ist eine Beziehung derselben zu dem Ansatz der Arme unverkennbar. Das Gleiche gilt von der mittleren Verdickung der Kelchplatten, welche von dem Ansatz der Arme ausgeht und nach unten allmählich verschwindet. Die letztere Erscheinung ist so vielfach bei Crinoiden verbreitet und gerade auch bei dem oben besprochenen *Plicatocrinus* und *Hyocrinus* so typisch entwickelt, dass ich deren Beziehung zu den Armen hier nicht noch einmal zu besprechen brauche. Viel instructiver ist in dieser Hinsicht der Verlauf der Leisten, welche die dünnen Platten verstärken. Bei der unverkennbaren Tendenz, alle Skelettheile so leicht wie möglich zu gestalten, entspricht

jene Verstärkung augenscheinlich an jeder Stelle der Platte dem Druck, oder allgemeiner gesagt, der Spannung, welcher die betreffende Stelle Widerstand zu leisten hatte. Da wir nun sahen — und ein Blick auf Taf. XXX wird dies in Erinnerung rufen —, dass sich jene unter einander anastomosirenden Runzeln im Allgemeinen fiederstellig vom Ansatz der Arme aus über die Radialia vertheilen, so zeigt diese Anordnung in anschaulichster Weise die Art, wie sich der Druck<sup>1)</sup> der Arme auf den Radialien ausgleicht.

Die Verhältnisse aber, die uns in dieser Hinsicht bei *Saccocoma* entgegentreten, sind nicht die normalen, welche wir sonst bei Crinoiden beobachten. Da sonst der Kelch auf einem Stiele aufrucht, so concentrirt sich nach diesem zu der Druck des Kelches und der Arme. Wir sehen deshalb z. B. bei Formen wie *Periechiocrinus* die die Platten verstärkenden Radialleisten von den einzelnen Armen aus über alle radialen Platten fort nach dem Basalkranz convergiren. Am dorsalen Pol wird der Druck der einzelnen Radien dadurch vereinheitlicht, dass dieselben entweder auf einem mehr oder weniger fest verschmolzenen Stück aufruhren, oder dass sich der Druck der untersten Radialglieder durch alternirend unter ihnen stehende Platten seitwärts auf der Unterlage gleichmässig vertheilt.

Nur in diesem Sinne glaube ich die Bedeutung der „Basalia“ auffassen zu müssen und glaube deshalb, dass weder ihren oft hervortretenden Vereinfachungen ein hoher systematischer Werth zukomme, noch dass ihnen eine weitere physiologische Bedeutung im Haushalte des Einzelorganismus zufeile.

Dass die Basalia ganz entbehrt werden können, beweisen uns ja auch in sehr charakteristischer Weise die frei schwimmenden Comatuliden. Diese haben die Stütze am dorsalen Pol verloren, und nun drücken sich einfach die stark entwickelten Arme basal so an einander, dass die ursprünglich wohl entwickelten Basalia ausser Function gesetzt werden und nun in vielen Fällen obliteriren.

In entsprechender Weise werden wir auch bei den Saccocomiden diese Verhältnisse beurtheilen müssen. Ihre Vorfahren besaßen jedenfalls, bevor sie freischwimmend wurden, einen kapselartigen Kelch mit grossen Radialien, von denen 5 dünne Arme ausgingen, also eine Kelchorganisation, wie sie uns gegenwärtig

---

<sup>1)</sup> Unter Druck verstehe ich hier ganz allgemein alle Spannungsverhältnisse, welche zwischen den beiderseitigen Skeletelementen bestehen, mögen dieselben durch einfachen Druck oder durch Muskelwirkungen hervorgerufen sein.

noch in *Hyocrinus* entgegentritt. Wurde nun eine derartige, besonders zierlich und leicht gebaute Form frei, so schwebte sie im Wasser und gewann durch Bewegungen der Arme schliesslich eine selbstständige Schwimmfähigkeit. An einem solchen Organismus ruhten die Arme nicht auf der dorsalen Kelchkapsel, wie dies sonst bei Crinoiden der Fall ist, sondern gerade umgekehrt trugen sie dieselbe. Da nun jeder Arm aber seine Schwimmkraft selbstständig entwickelt, so muss er auf die die Arme zusammenhaltende Kelchkapsel eine Spannung ausüben. Diese letztere muss sich naturgemäss vom Ansatz jedes Armes aus, d. h. in jedem Radiale, nach unten und nach den Seiten vertheilen. Nach alledem scheint mir also, dass die centrale Verdickung der Innenplatte der Radialia und der divergirende Verlauf der Leisten auf jener lediglich die Spannungsverhältnisse zum Ausdruck bringt, welche die Arme auf den Kelch ausüben.

#### IV. Das geologische Vorkommen.

Das, was wir über das geologische Vorkommen von Saccocomen wissen, ist mit wenig Worten gesagt. Dieselben haben sich bisher nur an einer einzigen Localität und in einem einzigen Altershorizont gefunden. Die oberjurassischen lithographischen Schiefer von Solenhofen und Eichstädt sind bisher die einzigen Fundplätze für unsere Formen geblieben. Hier aber sind sie lagen- und stellenweise so häufig, dass man bisweilen auf handgrossen Platten 20 und mehr Exemplare zählen kann. Es unterliegt also keinem Zweifel, dass jene Thiere dort in ungeheurer Individuenzahl gelebt haben müssen, dass gleichzeitig vielleicht Millionen von Individuen in jenem Meeresbecken lebten. Ueber die rein marine Bildung jener Schiefer kann kein Zweifel bestehen, da zahlreiche Selachier, Cephalopoden und andere typische Meeresbewohner uns in jenen lithographischen Schiefen überliefert sind. Andererseits müssen jene Ablagerungen unstreitig in der Nähe einer Küste erfolgt sein, da z. B. ein Vogel wie *Archaeopteryx* sicher noch nicht befähigt war, weitere Strecken im Fluge zurückzulegen, und da zahlreiche andere Thierformen sich als Land- oder Strandbewohner erweisen. Dass die Saccocomen aber nicht wie die letztgenannten durch Zufall oder durch Einschweben in jenes Becken gelangten, sondern an Ort und Stelle gelebt haben, geht mit Sicherheit schon aus ihrem massenhaften Vorkommen und der Gleichartigkeit ihrer horizontalen Verbreitung in den einzelnen Gesteinslagen hervor.

Noch auffallender als die horizontale ist die verticale Be-

schränkung des Vorkommens von Saccocomiden auf den einen Horizont des oberen Malm. Da ein Organismus wie *Saccocoma* augenscheinlich eine extreme Correlation seiner Theile erlangt hat, so kann er nicht plötzlich entstanden sein, sondern muss eine lange Ahnenreihe besessen haben. Dieselbe scheint deshalb um so länger gewesen zu sein, als Formen, an welche wir *Saccocoma* phylogenetisch anschliessen können, sicher geologisch weit zurückliegen. Es beweist das wieder in sehr drastischer Weise die Lückenhaftigkeit der paläontologischen Ueberlieferung, da uns aus den triadischen und altjurassischen Ablagerungen keine Spur von den einst sicher vorhandenen Stammformen erhalten ist. Die Ursache dieser Lückhaftigkeit mag hier darin liegen, dass die aussergewöhnliche Zartheit der Objecte einer Erhaltung in weniger feinen Sedimenten nicht günstig war, und wäre selbst die Feinheit der letzteren kein Hinderungsgrund, so könnte doch ein solcher dann auch in der Unmöglichkeit liegen, jene zarten Skelettheile z. B. aus weichen thonigen Gesteinen im Zusammenhang freizulegen.

Da auf der anderen Seite die Organisation der Crinoiden in *Saccocoma* die Grenze so gerichteter Differenzirungen erreicht haben dürfte, so ist es nicht unwahrscheinlich, dass die Saccocomiden mit jener Blüthe ihrer Entwicklung auch ihr Ende erreicht haben. Denn man kann sich schwer vorstellen, dass ein so reich gegliederter Organismus sich im Wechsel der Generationen sollte ganz gleich bleiben können. Wenn wir aber in *Saccocoma* die Möglichkeitsgrenze der Vervollkommnung erreicht sehen, so müssen wir auch folgern, dass jede neue Differenzirung dem Organismus und damit der Lebensdauer der Arten zum Schaden gereichte.

## V. Der Erhaltungszustand.

Der Erhaltungszustand ist bei der Kleinheit und Gebrechlichkeit der Saccocomiden als ein ausgezeichneteter zu betrachten. Allerdings sind viele Exemplare zerbrochen und sehr viele namentlich so mit Kalkspath überdeckt, dass sie für irgend welche Detailstudien völlig unbrauchbar werden. Ist letzteres aber nicht der Fall, dann sieht man, dass die einzelnen Skelettheile in ganz vorzüglicher Weise erhalten sind, da weder durch die umhüllende Gesteinsmasse, noch durch später eingetretene Druckerscheinungen die ursprüngliche Form der Hartgebilde verletzt ist. Leider aber erfordert die Präparation eine sehr grosse Mühe, und oft genug setzt die zierliche Gliederung der einzelnen Theile auch der sorgfältigsten Behandlung so viele Schwierigkeiten in den Weg, dass man schliesslich geschickteren Händen und besseren Augen

die weitere Klarstellung überlassen muss. Da einfache Vergrößerung mit der Lupe meist nicht ausreichend waren, so mussten die Objecte in der Regel unter dem Mikroskop in auffallendem Licht mit der Nadel präparirt werden. Die Verkehrung des Bildes und die Wölbung der Objecte erweisen sich aber hierbei als sehr hinderlich. Dünnschliffe für durchfallendes Licht wurden ebenfalls angefertigt, trugen aber zur Klarstellung einiger sehr wichtiger Punkte auch nicht viel bei, da die Verdrückung und Verschiebung der einzelnen Theile es kaum erlaubt, die Schlichtfläche genau zu wählen und die verschobenen Theile dann im Querschnitt stets sicher zu deuten.

Was die Lage der Exemplare im Besonderen betrifft, so ist dieselbe im Allgemeinen bedingt durch den Skeletbau der Arme. Bei *Saccocoma tenella* liegen fast ausnahmslos die Schwimmplatten in einer Ebene, und zwar sind sie gewöhnlich flach um den Kelch ausgebreitet, während die Armen meist zerbrochen oder höchstens in unregelmässiger Weise ausgestreckt sind. Wir sehen in Folge dessen bei *S. tenella* die Arme in toto von der dorsalen oder Aussenseite, da die zarten Ventralflügel der Armglieder bei obiger Lage sämmtlich ventral gerichtet sind und im Gestein festhaften.

Bei *Saccocoma pectinata* sind, wie oben hervorgehoben wurde, die Armen gewöhnlich in einer Ebene spiral eingerollt, und da den Armen jene lateralen Schwimmflügel der unteren Armglieder fehlen, so wird die Lage des ganzen Armes wesentlich bestimmt durch jene Ebene der eingerollten Armen, die natürlich beim Niedersinken auf den Boden sich flach niederlegen. Dadurch sehen wir hier die Armglieder meist von der Seite, und zwar nicht nur an den eingerollten Enden, sondern auch an den unteren Theilen der Arme. In Folge dessen treten bei *S. pectinata* in der Regel die langen, schmalen Ventralflügel der unteren Armglieder sehr augenfällig hervor. Bisweilen sind dabei, wie ich schon oben hervorhob, die beiderseitigen Ventralflügel auf einander gedrückt, so dass die oberen und unteren Kanten beider deutlich erkennbar sind. (vergl. Taf. XXX, Fig. 4).

Aus dem oben Gesagten geht hervor, dass bei Exemplaren, an denen Kelch und Arme im Zusammenhang sind, der Kelch stets seine dorsale Unterseite dem Beschauer zuwendet. Nie habe ich bei grösseren Exemplaren beobachtet, dass dabei der Kelch seine ursprüngliche Rundung bewahrte, derselbe ist stets etwas in sich zusammengesunken, wobei der Mittelpunkt meist nach einer Seite verschoben ist, und die Radialien häufig am unteren Ende etwas über einander geschoben sind. Auch das pag. 665 besprochene Exemplar, an welchem die Kelchkapsel aufgesprungen

ist, und die 5 Radialia nun neben einander in einer Reihe liegen, beweist, dass der Zusammenhang der Radialia am dorsalen Pol ein ziemlich loser gewesen sein muss.

Die Ventralseite habe ich, wie oben erwähnt und begründet wurde, nie beobachtet, auch dann nicht, wenn Querschnitte durch den Kelch angefertigt wurden. Es liegt kein Grund zu der Annahme vor, dass, wenn dieselbe mit verkalkten Oralien besetzt gewesen wäre, diese nicht bisweilen in normaler Lage nachweisbar wären. Die Annahme, dass dieselben vielleicht beim Niedersinken auf den Boden durch die im Meerwasser enthaltene Kohlensäure zerstört sein könnten, wird dadurch hinfällig, dass die ausserordentlich feinen Kalkmembranen an den Ventralflügeln der Armglieder unversehrt erhalten bleiben konnten.

## VI. Die Lebensweise.

Zur Beurtheilung der Lebensweise der Saccocomiden können nur drei Factoren dienen, die morphologischen Eigenschaften ihres Skeletbaues, ihr Erhaltungszustand und ihr geologisches Vorkommen. So mangelhaft diese Grundlage aber ist, so gestattet sie doch eine Reihe werthvoller Schlüsse, weil die Organisation bei allen Absonderheiten doch so — ich möchte sagen — aus einem Gusse ist, dass alle Organe von einem Ausschlag gebenden Princip beherrscht zu sein scheinen. Dieses ist unzweifelhaft die frei schwimmende Lebensweise.

Dass die Saccocomiden frei schwimmende Crinoiden waren, konnten wir unmittelbar aus ihrem Kelchbau ersehen. Dass die freie Schwimmbewegung bei Crinoiden eine secundär erworbene Eigenschaft ist, kann keinem Zweifel unterliegen. Dies wird bei den gegenwärtig frei lebenden Comatuliden bewiesen durch deren Entwicklungsgeschichte, während sich die phyletische Erwerbung der charakteristischen Eigenschaften aller Crinoiden, namentlich die Entwicklung von ernährenden Armen nur aus der sitzenden Lebensweise der Stammformen erklären lässt. Zu dieser freien Lebensweise sind nun sehr verschiedene Crinoiden zu sehr verschiedenen geologischen Zeiten zurückgekehrt.

Von paläozoischen Formen ist *Agassizocrinus* häufig ungestielt (= *Astylocrinus* F. Rö.m.) und endigt dann unten mit einem dicken, kegelförmigen Knopf. Sein Kelch wie seine Arme zeigen einen massigen, schwerfälligen Bau, der das Thier wohl keinesfalls befähigt haben kann, eine frei schwimmende Lebensweise zu führen. Bei anderen Formen findet man nicht selten den Stiel ohne Wurzel endigen. Dies hat bei *Ctenocrinus* wohl darin seinen Grund, dass der Sand, in welchem der Stiel steckte, schnell aufgeschüttet wurde, und daher den langen Stiel auch ohne Wurzel festhielt. Bei

Encriniden sieht man bisweilen, dass der Stiel unten von den zusammen gedrehten Stielen benachbarter Individuen abgeschnürt wird, wie ich dies deutlich an einer Platte mit *Encrinus Carnalli* aus dem Muschelkalk von Freiburg i. Thür. beobachtete. Der abgeschnürte Stiel hat dabei augenscheinlich lange Zeit in dieser Lage verharrt, da sich sein Ende zwischen die benachbarten Stiele hinein verdickt hat. Das Individuum ist folglich, da es in dieser Lage gestorben ist, selbst nie frei gewesen, sondern am Standort zeit lebens von seinen Nachbarn festgehalten worden. Wenn P. H. CARPENTER nachwies, dass *Millericrinus Prattii* bisweilen seinen Stiel so verkürzt, dass er mit dem Kelch am Boden anwächst oder ihn ganz verliert und so, wie er sagt, zur „Comatulide“ wird, so wird man sich auch in diesem Falle nicht vorstellen können, dass ein und dieselbe Organisation ein Thier befähigen kann, als echte Riffform sich seine Nahrung wie eine Koralle zutreiben zu lassen oder eine frei schwimmende Lebensweise zu führen. In ähnlicher Weise scheinen sich Pentacriniden, deren Stiel blind endigt, mit ihren Cirrhen festzuhalten.

Die Comatuliden schliessen sich in ihrer ganzen Organisation unmittelbar an die Pentacriniden an und bleiben so zu sagen Pentacriniden, bis sie ihren Stiel verlieren. Wenn wir nun sahen, dass auch bei Pentacriniden blind endigende Stiele beobachtet sind, so werden wir auch in diesem Punkte eine tiefgreifende Differenz zwischen den Vertretern der beiden Familien kaum constatiren können. In der That haben denn auch die Comatuliden so ziemlich die gleiche Lebensweise wie die Pentacriniden, indem sie meist in grosser Zahl neben einander sitzend eine Art Blumenbeet auf dem Meeresboden bilden. Mit Hilfe ihrer Cirrhen können sie sich auf dem Boden bewegen, wenn auch in unvollkommener und durch die Nachbarn sehr beengter Weise. Allerdings sind sie aber in der Lage, gelegentlich durch rythmische Bewegungen ihrer Arme dem Körper eine gewisse Locomotion im freien Wasser zu ermöglichen. Dazu befähigen sie ihre grossen, reich gegliederten Arme, aus welchen eigentlich der ganze Organismus der Comatuliden besteht.

Wenn wir der Organisation der Comatuliden die der Saccocomiden zum Vergleich gegenüber stellen, so finden wir bei beiden so viele Unterschiede, dass man von vorn herein annehmen kann, dass so verschieden gebaute Organismen nicht die gleiche Lebensweise gehabt haben. Den Saccocomiden fehlt jede Spur des Cirrhen tragenden Centrodorsalknopfes der Comatuliden, ihre Arme sind im Gegensatz zu denen der letzteren ungemein dünn und zart, der Kelch ist vollständig anders gebaut wie der der Comatuliden, und namentlich steht er in einem ganz anderen

Verhältniss zu den Armen als bei jenen. Alle diese Verhältnisse machen es mehr als wahrscheinlich, dass die freien Saccocomen nicht wie die Comatuliden auf dem Boden sassen, sondern eine frei schwimmende Lebensweise angenommen hatten.

Eine freie Bewegung im Meer kann einerseits durch Schwimmbewegungen, d. h. also mechanischen Druck auf das Wasser erreicht werden, oder dadurch, dass ein Organismus sein Körpergewicht dem des Meerwassers adäquat macht. Das letztere könnte nun bei den Saccocomiden der Fall gewesen sein. Wie wir sahen, ist ihr ganzes Skelet ungemein dünn und zierlich gebaut, so dass unzweifelhaft das Gewicht dieses Echinodermen-Skeletes ein minimales sein musste gegenüber dem anderer Crinoiden, und dass so sicher nur geringe Kräfte nöthig waren, um seinen Gewichts-Ueberschuss über den des verdrängten Meerwassers aufzuheben. Eine geringe Entwicklung von Gasen innerhalb des Körpers könnte hierbei genügt haben, um jenen Ausgleich zu bewirken.

Ferner fanden wir bei *Saccocoma tenella* flügelartige Gebilde an den unteren Theilen der Arme, die nur mit einer freien Lebensweise ihrer Träger in Beziehung gebracht werden konnten. Es erscheint bei der ausserordentlichen Leichtigkeit des Skeletbaues jedenfalls fraglich, ob die Thiere benöthigt waren, durch Schwimmbewegungen den Körper in verticaler Gleichgewichtslage zu erhalten; sicher ist, dass die Individuen mit der Hilfe derselben befähigt waren, ihren Standpunkt im Wasser zu verändern. Wir werden vielleicht annehmen dürfen, dass der Körper der Saccocomiden unter normalen Verhältnissen mit ausgebreiteten Armen ruhig im Wasser schwebte, dass er aber dabei durch rythmisches Anziehen und Ausbreiten der Arme seinen Standort in verticaler Richtung verlegen konnte. Die Gesamtorganisation und das Vorkommen der Saccocomiden spricht sonach dafür, dass dieselben pelagisch lebende Thiere waren; und dass sie als solche nicht nur gesellig lebten, sondern auch in ungeheurer Individuenzahl jenes ruhige Meeresbecken von Solenhofen bewohnten.

Es wurde oben hervorgehoben, dass bei *Saccocoma pectinata* die Armenden fast regelmässig spiral stark eingerollt sind, sodass wir wohl annehmen müssen, dass diese Art befähigt war, sei es zum Schutz der zarteren Organe, sei es zur Bewegung oder Hemmung, die Armenden in einer Scheibe etwas einzurollen, wobei die Seitenäste sich stets an ihre Hauptäste anlegten. Auf der anderen Seite wurde als wahrscheinlich hingestellt (vergl. p. 679), dass jene Einrollung vielleicht zum grossen Theil einem krampfhaften Zusammenziehen beim Absterben des Thieres zuzuschreiben

sein dürfte. Dass die Saccocomiden im Todeskampf wie andere Crinoiden abnorme Bewegungen ausführten, so z. B. die unteren Theile der Arme ganz scharf bis zum Bruch derselben anzogen, die äusseren ausgestreckt liessen, oder die zusammengehörigen Arme distal zusammenschlangen, oder dieselben auch gar zerbrachen, liess sich durch unverkenubare Fälle sicher stellen.

Wenn wir nach dem Gesagten noch einen Blick auf die Gesamtorganisation von *Saccocoma* werfen, so werden wir sagen können, dass es sicher im Thierreich nur wenig Fälle giebt, wo die Einwirkung der Lebensweise auf die Gestaltung eines Organismus und die Correlation seiner Theile so klar zu übersehen ist. Gerade in letzterer Hinsicht scheint *Saccocoma* das lehrreichste Beispiel zu sein, welches die Paläontologie bisher geliefert hat.

Auch für die allgemeinsten Fragen der Descendenzlehre bietet dieser Organismus ein hohes Interesse, weil wir mit absoluter Sicherheit sagen können, dass die Vorfahren von *Saccocoma* echte Crinoiden gewesen sein müssen. Wir haben den Ausgangspunkt und das Ende einer Differenzirung vor Augen, deren Betrag weit über die Grenzen der gewöhnlich zu beobachtenden Veränderungen eines Formtypus hinausgeht.

## VII. Die phyletischen Beziehungen und die Entwicklung der Saccocomiden.

So eigenartige Verhältnisse uns auch in der Organisation von *Saccocoma* entgegengetreten, so lassen sich gerade die auffälligsten doch sehr leicht als Folgeerscheinungen der frei schwimmenden Lebensweise erkennen. Da diese aber eine secundär erworbene Eigenthümlichkeit ist, so werden wir sowohl von ihr selbst als auch von ihren Folgeerscheinungen absehen müssen, wenn wir die verwandtschaftlichen Beziehungen der Saccocomiden klar stellen wollen. Jene Folgeerscheinungen aber sind in erster Linie die Stiellosigkeit, die Reduction der Basalia, die Verdünnung der Skelettheile. Unter den letzteren Punkt fällt auch der eigenthümliche Bau der Armglieder, welche, wie wir sahen, zu dünnwandigen Rinnen umgestaltet sind. Stellen wir uns diese letztgenannte Differenzirung rückgängig gemacht und den Saccocomiden also in diesen Punkten die normalen Ausbildungsformen zurückgegeben vor, so würden wir einen gestielten Crinoiden vor uns haben, dessen kapselförmiger Kelch aus einem becherförmigen Basalkranz und 5 grossen Radialien besteht, von welchen sich

scharf 5 dünne Arme abgliedern, die keine Pinnulae tragen, dafür aber alternirend lange Seitenäste abgeben.

Suchen wir nun unter den übrigen Crinoiden nach Formen; welche dieser reconstruirten Stammform der Saccocomiden ähnlich sehen, so finden wir solche einerseits in dem lebenden *Hyocrinus*, andererseits in den jurassischen Plicatocriniden. Mit *Hyocrinus* stimmt überein die Gliederung der Arme, namentlich die Form und Abgliederung der Seitenäste an jedem dritten Gliede, wogegen *Plicatocrinus* die gleiche dichotomische Gabelung der 5 Arme aufweist. Mit beiden vereinigt unsere Form namentlich der Bau des Kelches aus den 5 grossen Radialien und einem kleinen, besonders bei *Plicatocrinus Fraasi* stark reducirten Basalkranz, ferner der dünne Bau der Kelchtafeln und das Verhältniss der Arme zu dem Kelch. Auf letzteren Umstand, ebenso wie auf die eigenthümliche Gliederung der Arme ist besonders Werth zu legen, weil die übrigen mesozoischen und jüngeren Crinoiden auf anderen Differenzirungswegen zu wesentlich anderen Organisationsverhältnissen in den genannten Punkten gelangt sind. Hiernach scheint mir, dass wir berechtigt sind, die Plicatocriniden, und *Hyocrinus* in erster Linie zu einem näheren Vergleich mit den Saccocomiden heranzuziehen

### Die phyletische Stellung der behandelten Formen.

Die nachpaläozoischen Crinoiden wurden gewöhnlich in einen gewissen Gegensatz zu ihren paläozoischen Verwandten gestellt. S. MILLER<sup>1)</sup>, dem wir die erste geniale Bearbeitung der Crinoiden verdanken, brachte zwar in seiner Eintheilung derselben in *Articulata*, *Semiarticulata*, *Inarticulata* und *Coadunata* noch keinen directen Gegensatz zwischen paläozoischen und jüngeren Crinoiden zum Ausdruck, ein solcher tritt aber in allen späteren Eintheilungen hervor, die unter Anlehnung an die obengenannte, von JOH. MÜLLER und anderen Autoren angenommen wurde. JOH. MÜLLER<sup>2)</sup> stellte unter Ausscheidung von *Saccocoma* und *Holopus* die *Articulata* in Gegensatz zu den paläozoischen Crinoiden, die er als *Tesselata* zusammenfasste. Diese Eintheilung wurde von der Mehrzahl der Paläontologen adoptirt, während von anderer Seite der Gegensatz, der in der zeitlichen Verbreitung der Formenkreise zu liegen schien, noch dadurch verschärft wurde, dass die paläozoischen und die jüngeren Formen einander unter den Be-

<sup>1)</sup> S. MILLER. A Natural History of the Crinoidea or lily shaped Animals, Bristol 1821.

<sup>2)</sup> JOH. MÜLLER. Ueber den Bau des *Pentacrinus caput medusae*. Abh. d. kgl. preuss. Akad. d. Wiss., Berlin 1841.

zeichnungen *Palaeocrinoidea*<sup>1)</sup> und *Neocrinoidea*<sup>2)</sup> gegenüber gestellt wurden.

M. NEUMAYR hat erst kürzlich<sup>3)</sup> auf die Unhaltbarkeit der genannten Eintheilung hingewiesen und die wesentlichsten Inconsequenzen derselben betont, so dass ich darauf nicht einzugehen brauche. Da ich indess den neuen von dem genannten Autor vertretenen Anschauungen nicht in allen Stücken folgen kann, so möchte ich hier wenigstens einen kurzen Ueberblick über den Stand der Frage und einige meiner Ansicht nach entscheidende Gesichtspunkte geben. Eine eingehende Darlegung derselben soll, wie gesagt, demnächst erfolgen.

Wenn man die Gesamtheit der paläozoischen Crinoiden mit der ihrer jüngeren Verwandten vergleicht, so tritt unbestreitbar zwischen beiden eine Summe von Unterschieden hervor, welcher man leicht geneigt sein kann, systematische Bedeutung beizumessen. Die paläozoischen Crinoiden zeigen einen mehr oder weniger unregelmässigen Kelchbau, während bei den jüngeren Formen die Pentamerie im Kelchskelet scharf ausgeprägt ist. Bei letzteren tritt ferner der Kelch gegenüber den Armen sehr zurück, während bei den paläozoischen Formen ein wohl entwickelter Kelch einen integrierenden Bestandtheil des Körpers bildet. Die Kelchtäfelchen sind bei den paläozoischen Formen meist dünn, im Analsystem sind besondere Plättchen vorhanden, und gewöhnlich steht damit auch die Ausbildung einer langen Analröhre (Proboscis, Ventralsack) im Zusammenhang. Eigenthümlichkeiten, die den jüngeren Crinoiden fehlen. Bei diesen zeigen hinwiederum Stiel und Arme eine höhere Differenzirung, und auch im Kelchbau stellt sich hier durch Ausbildung eines intraskeletären Kanalsystems ein weiteres Merkmal gegenüber den paläozoischen Typen ein — Alles dies aber ist, wie gesagt, im Allgemeinen gesprochen.

Die Summe dieser Unterschiede ist in den einzelnen Formenkreisen eine sehr verschiedene, und nur wenigen Familien auf der einen wie auf der anderen Seite kommen die jederseitigen Merkmale in extenso zu. In den meisten paläozoischen Formenkreisen verliert bald dieses, bald jenes ihrer Merkmale an Schärfe und

<sup>1)</sup> C. WACHSMUTH. Notes on the Internal and External Structure of Palaeozoic Crinoids. Am. Journ. Sc. and Arts, 1877, Vol. XIV, p. 190.

<sup>2)</sup> P. H. CARPENTER. Contributions to the Study of the British Palaeozoic Crinoids, No. 1. On *Allagecrinus*, the Representative of a new Family from the Carboniferous Limestone Series of Scotland. Ann. Mag. Nat. Hist., 1881, Ser. V, Vol. VII, p. 296.

<sup>3)</sup> M. NEUMAYR. Stämme des Thierreichs, p. 438.

damit an systematischer Bedeutung, während zugleich eine oder die andere Eigenthümlichkeit der Neocrinoiden an Deutlichkeit gewinnt.

So zeigt sich in den einzelnen Organisations-Verhältnissen wie in den einzelnen Formenreihen ein allmählicher Austausch der beiderseitigen Merkmale, so dass die Umgrenzung der *Palaeocrinoidea* und *Neocrinoidea* in den systematischen Einteilungen der Crinoiden eine sehr wechselnde ist, je nachdem ein Autor dem einen oder dem anderen Merkmal entscheidenden Werth beimisst. So stellten WACHSMUTH und SPRINGER im Gegensatz zu den älteren Autoren die Encriniden zu den Palaeocrinoiden, so werden die cretaceischen Formen *Marsupites* und *Uintacrinus* von v. ZITTEL als *Palaeocrinoidea* von DE LORIOI als *Neocrinoidea* betrachtet.

Wenn nun auch, wie gesagt, der allmähliche Wechsel der Merkmale eine Trennung von *Palaeocrinoidea* und *Neocrinoidea* erschwert, so könnte jene systematische Gegenüberstellung dennoch gerechtfertigt erscheinen, wenn sich die Aenderung der Organisation für alle *Palaeocrinoidea* in gleicher Weise vollzogen hätte, wenn wenigstens nach einer gewissen Zeit alle jüngeren Crinoiden den gleichen Umwandlungsprocess zu Neocrinoiden durchgemacht hätten. Einen phylogenetischen Werth als eine einheitliche Abtheilung der *Crinoidea* hätten die „*Neocrinoidea*“ allerdings auch nur dann, wenn ihre Angehörigen von einem einzigen Formenkreise der *Palaeocrinoidea* ihren Ausgang genommen hätten.

Diese Annahme einer phylogenetischen Einheit der *Neocrinoidea* erscheint aber durchaus unwahrscheinlich. Zunächst sind die Unterschiede, welche sich z. B. zwischen Formen wie *Marsupites*, *Saccocoma* und *Hyocrinus* einerseits und typischen Articulaten, wie *Encrinus* und *Pentacrinus*, andererseits finden, so ausserordentlich grosse, dass es viel natürlicher erscheint, jene mit gewissen Palaeocrinoiden als mit den Articulaten in eine engere Einheit zusammen zu fassen. Die systematischen Trennungen beruhen auf dem phyletischen Zusammenhang der einzelnen Zweige und deren Divergenz. Eine stammesgeschichtliche Annäherung der oben einander gegenüber gestellten Formen aber ist bisher von keiner Seite wahrscheinlich gemacht worden, und dieselbe wird um so unwahrscheinlicher, je geschlossener sich derjenige Formenkreis der Neocrinoiden zeigt, den ich im Vorhergehenden zusammengefasst habe, und je selbstständiger sich der Differenzirungsgang erweist, den die *Articulata* eingeschlagen haben. Das Wesentliche dieser Entwicklungsreihe beruht, wie ich glaube, darin, dass die Individualisi-

rung der Kelchkapsel der gesteigerten Ausbildung der Arme zum Opfer fällt, indem die dorsalen Skeletplatten des Kelches mehr und mehr zu ausschliesslichen Trägern der Arme werden und die centralen Weichtheile in die Höhe zwischen die unteren Theile der Arme gedrängt werden. Dieser Vorgang tritt bereits bei den Poteriocriniden im Gegensatz zu den älteren Cyathocriniden klar hervor und liefert uns unzählige Belege dafür, dass die *Articulata* sich aus den Poteriocriniden heraus allmählich entwickelt haben. Auf der gleichen Tendenz entwickelt sich dann auch, und bereits sehr früh, die Divergenz der verschiedenen Familien der *Articulata*, wie ich dies an anderer Stelle darzulegen versuchte<sup>1)</sup>.

Dem Differenzirungsgange der *Articulata* stehen nun die Plicatocriniden, *Hyocrinus* und *Saccocoma*, so fern, dass auch die Annahme einer weit zurückliegenden Annäherung derselben an die *Articulata* durch nichts gerechtfertigt wird. Sie zeigen eine Individualisirung des Kelches, wie wir sie schon bei den Poteriocriniden nicht mehr antreffen. Wir müssen in der Ontogenie von *Antedon* zu sehr frühen Entwicklungsstadien zurückgreifen, um für diesen dünnwandigen, kapselartigen Kelch ein entsprechendes Entwicklungsstadium zu finden. Aus der Anatomie der Arme lassen sich ebenfalls gar keine Beziehungen zu den Articulaten herleiten. Wir müssen also weiter in der Stammesgeschichte der Crinoiden zurückgehen, wenn wir die Ahnen der hier zusammengefassten Formen suchen wollen.

Wenn dieselben aber unter den paläozoischen Crinoiden zu suchen sind, so können unter diesen nur wenige Typen zu einem näheren Vergleiche in Betracht kommen. Ganz von einem solchen ausgeschlossen sind zunächst die Sphaeroidocriniden oder *Cammerata* WACHSMUTH und SRINGER's mit ihrem complicirten Kelchbau und ihren primär innerhalb des Kelches gespaltenen Ambulacren. Auch die *Articulosa* m. (= *Articulata* W. u. SP.) haben einen ganz anderen Entwicklungsgang eingeschlagen, um für einen Vergleich in Betracht zu kommen. Andererseits erscheint die Mehrzahl der Poteriocriniden bereits zu weit im Sinne der *Articulata* differenzirt, um als Ausgangspunkt für unsere Formen zu gelten, dagegen bieten uns diese letzteren in ihrer Gesamtorganisation Verhältnisse, welche wir bei den Vorfahren der Poteriocriniden, den Cyathocriniden, antreffen. Diese zeigen uns noch hinsichtlich ihres kapselartigen Kelches und den dünnen, pinnulaelosen Armen Verhältnisse, wie sie uns eben auch bei *Hyocrinus*

<sup>1)</sup> O. JAEKEL. Holopocriniden, l. c., p. 666.

und *Saccocoma* noch so klar entgentreten. Diese Typen haben als Bewohner des tieferen Meeres sich seit paläozoischer Zeit die primitiven Merkmale der Cyathocriniden besser bewahrt als die Plicatocriniden, die als Riffbewohner mannichfachen Aenderungen ihres Skeletbaues unterworfen waren. Unter den Cyathocriniden nun finden wir zwar keine Form, die wir rückhaltslos als Stammform unseres Formenkreises betrachten könnten, aber wir müssen unzweifelhaft bis zu dem Entwicklungsstadium derselben zurückgehen, wenn wir uns die Kelchbildung, die Arme und das gegenseitige Verhältniss beider erklären wollen. Von Formen, die den unserigen äusserlich ähnlich sind, kann man zu näherem Vergleiche Gattungen wie *Cyathocrinus*, *Sphaerocrinus*, *Coccoocrinus* und vielleicht auch *Dichocrinus* heranziehen. Ueber die systematische Stellung der beiden letzten sind die Akten zwar noch nicht geschlossen, das aber, was NEUMAYR für *Coccoocrinus* annahm, dürfte für beide gelten, nämlich dass sie mit den *Camerata* W. u. Sp. nichts zu thun haben. Jenen paläozoischen Typen stehen unsere jungen Formen nur dadurch gegenüber, dass sich ihr Kelchbau im Laufe der Zeit der Pentamerie vollkommen angepasst hat, indem besondere Analplatten zwischen den Radien verschwanden, und die infraradialen Kelchtheile zu einem einfacheren Basalkranz zusammenschmolzen, Umgestaltungen, die sich z. Th. schon bei jenen paläozoischen Formen vollzogen hatten und übrigens in ihren einzelnen Etappen geringen systematischen Werth haben, da sie sich in allen Abtheilungen der *Crinoidea* und *Blastoidea* selbstständig vollzogen.

Wenn wir so die hier besprochenen Formen direct von dem Cyathocriniden - Typus ableiten, so stellen wir sie dadurch doch den *Articulata* wesentlich näher als manchen anderen Abtheilungen der Crinoiden. Beide repräsentiren parallele Entwicklungsreihen, die deshalb manche Analogien zeigen, aber auch eine Anzahl wichtiger Homologien aufweisen. Zu letzteren möchte ich namentlich den Besitz von 5 Oralien, bzw. ursprünglich ungetheilter Ambulacralfurchen rechnen, welcher allerdings bei einem Theil der *Articulata* nur noch in einem frühen Cyathocriniden-Stadium hervortritt. Als Analogien möchte ich dagegen die Einfachheit und die streng durchgeführte Pentamerie des Kelchbaues betrachten.

Wenn ich nach Alledem an der phyletischen Zusammengehörigkeit der Plicatocriniden, *Hyocrinus* und *Saccocoma*, nicht mehr zweifle, so möchte ich doch auf das Gemeinsame und die daraus resultirende Definition des behandelten Formenkreises erst dann näher eingehen, wenn ich in der Lage sein werde, über die Rhizocriniden ein abschliessendes Urtheil zu fällen. Die bisherige

Anreihung derselben an *Bourgueticrinus* beruht lediglich auf ihrer Stielbildung, und es scheint mir nicht ausgemacht, dass dieselbe auf Homologie beruhen müsse und demnach eine Verwandtschaft ihrer Träger bewiese. Da ich aber das Beweismaterial für eine Anreihung derselben an unsere hier behandelten Formen noch nicht vollständig in den Händen habe, wollte ich mich hinsichtlich dieser letzteren zunächst auf den Nachweis beschränken, dass sie nicht zu den Articulaten gehören.

---

## Erklärung der Tafel XXV.

*Plicatocrinus tetragonus* JAEKEL  
aus Oxford-Schichten des oberen Jura von Hansdorf bei  
Inowrazlaw.

Die Figuren sind in zehnfacher Vergrößerung gezeichnet. a zeigt die natürliche Grösse. Die Originale sind von Herrn A. LANGENHAN dem Museum für Naturkunde zu Berlin überwiesen.

Figur 1, 3, 5, 6 und 9. Die zu Rinnen verschmolzenen dorsalen Skelete der Pinnulae.

Fig. 1, eine ungetheilte Rinne.

Fig. 3, entweder eine obere kürzere oder das distale Stück einer unteren in sich getheilten Rinne.

Fig. 6 und 9, proximale Theile einer letzteren.

Figur 2, 4, 7 und 8. Armglieder der 8 Hauptäste.

Fig. 2. Das kleinste aufgefundene von innen mit weiter Ambulacralrinne und zwei distalen Gelenkflächen.

Fig. 4, von aussen.

Fig. 7b von oben; c von innen.

Fig. 8, von aussen.

Figur 10, 11 und 12. Axillaria.

Fig. 10b, von aussen.

Fig. 11b, von innen.

Fig. 12b, von unten, die Gelenkfläche zeigend.

Figur 13, 14 und 15. Radialia.

Fig. 13b, von aussen; c von unten.

Fig. 14b, von innen.

Fig. 15b, von oben, die Gelenkfläche für das Axillare zeigend.

Figur 16. Die basale Patina.

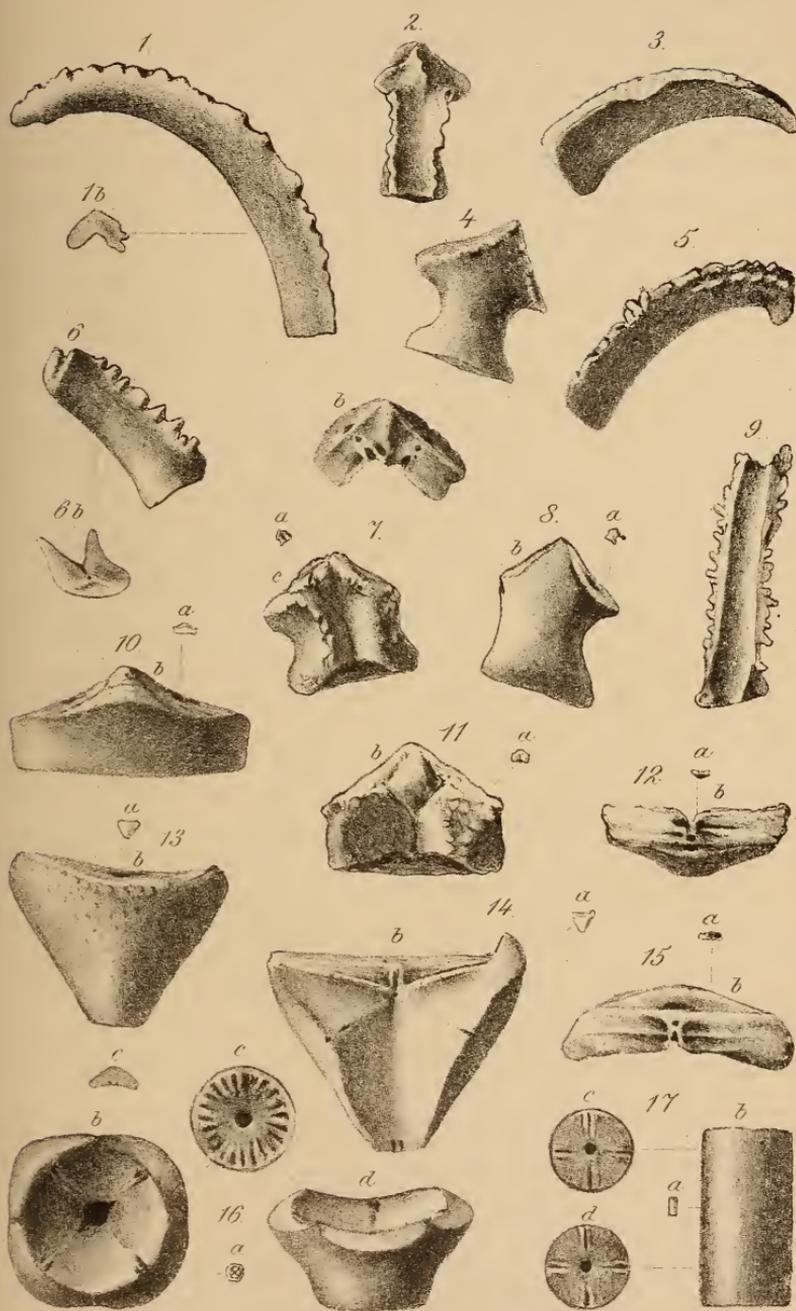
Fig. 16b, von oben, die Kelchhöhlung und die 4 Syzygialflächen zum Ansatz der Radialia zeigend.

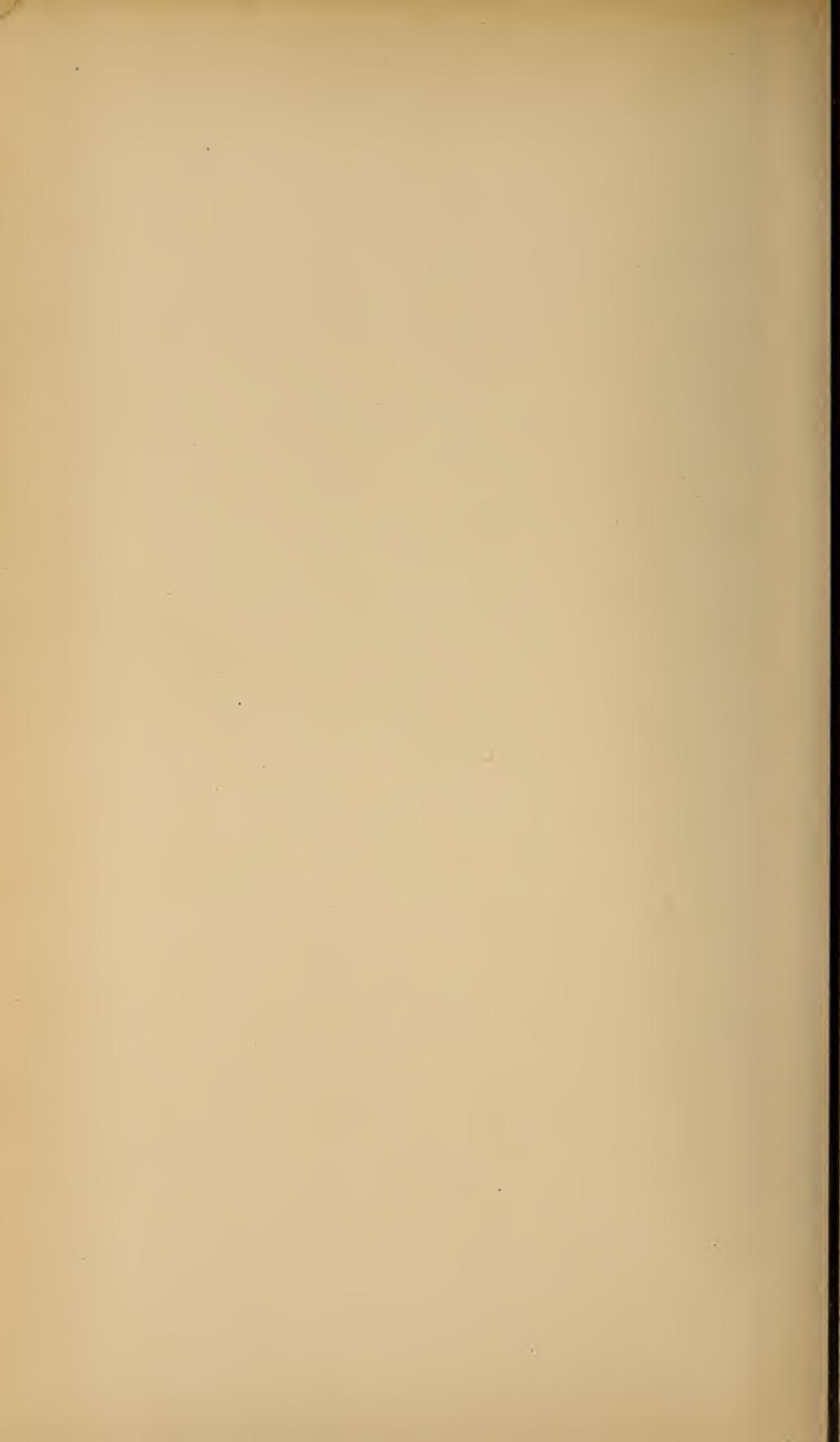
Fig. 16c, von unten, die Articulationsfläche für das oberste Stielglied zeigend.

Fig. 16d, von der Seite.

Figur 17. Ein Stielglied.

Fig. 17b, von der Seite; c von oben; d von unten.





THE UNIVERSITY OF CHICAGO  
LIBRARY

1850

1850

1850

1850

1850

1850

1850

1850

1850

## Erklärung der Tafel XXVI.

*Plicatocrinus hexagonus* MÜNST.  
aus den Oxford-Schichten des schwäbisch-fränkischen  
Jura.

Vergrößerung für sämtliche Figuren 4:1; a bedeutet die natürliche Grösse.

Figur 1. Ein Kelch, welcher den fragmentarischen Basalkranz und die 6 Radialia noch im Zusammenhang zeigt.  
Vom Lochen bei Balingen. Tübinger Sammlung.

Figur 2 und 3. Radialia.

Fig. 2b von innen; c von oben; d von unten; e von der Seite.

Fig. 3b, von aussen; c von der Seite, die Rauigkeiten an der seitlichen Nahtfläche zeigend.

Vom Lochen bei Balingen. Tübinger Sammlung.

Figur 4 und 5. Verschmolzene Basalkränze.

Fig. 4b, von oben, 7theilig.

Fig. 5, 6theilig; b von oben; c von unten; d von der Seite.

Vom Böllert. Münchener Sammlung.

Figur 6 und 7. Basalkränze von unten.

Fig. 6, 7theilig.

Fig. 7, 6theilig.

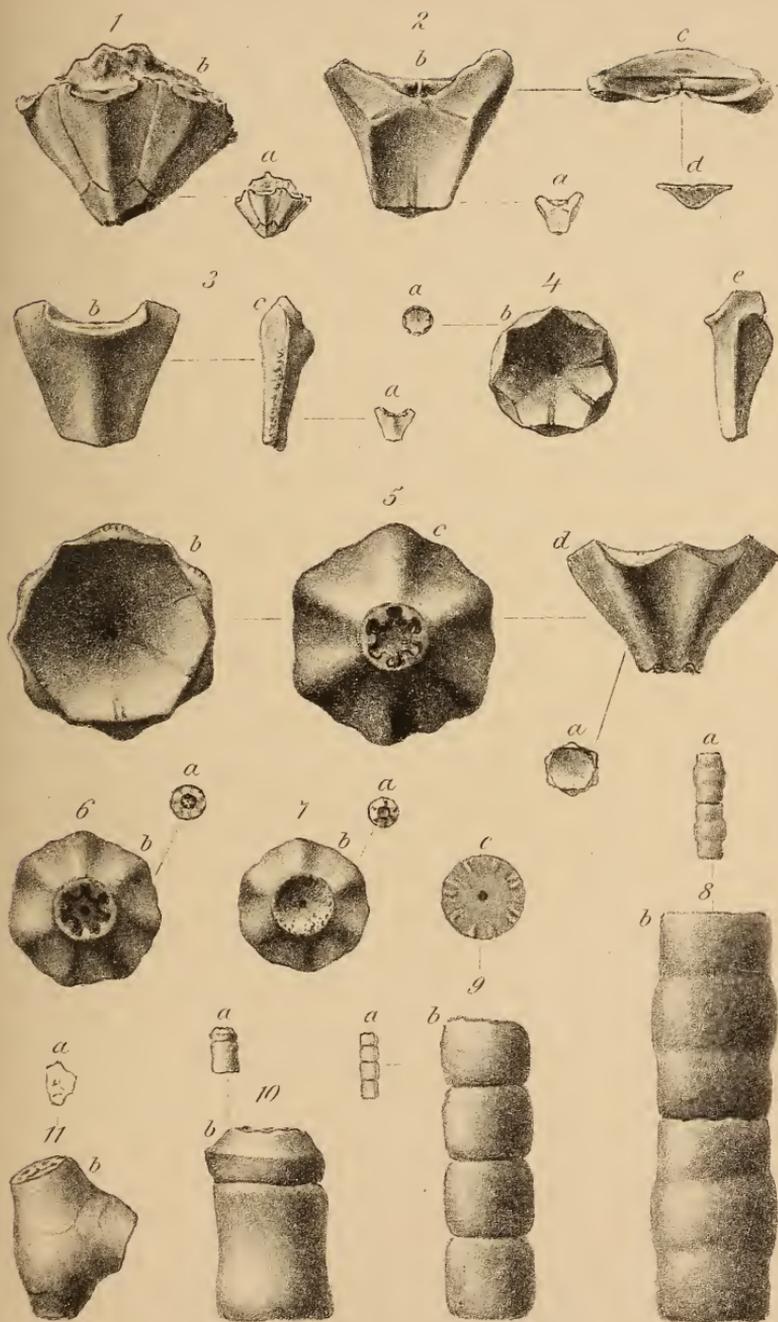
Vom Lochen bei Balingen. Tübinger Sammlung.

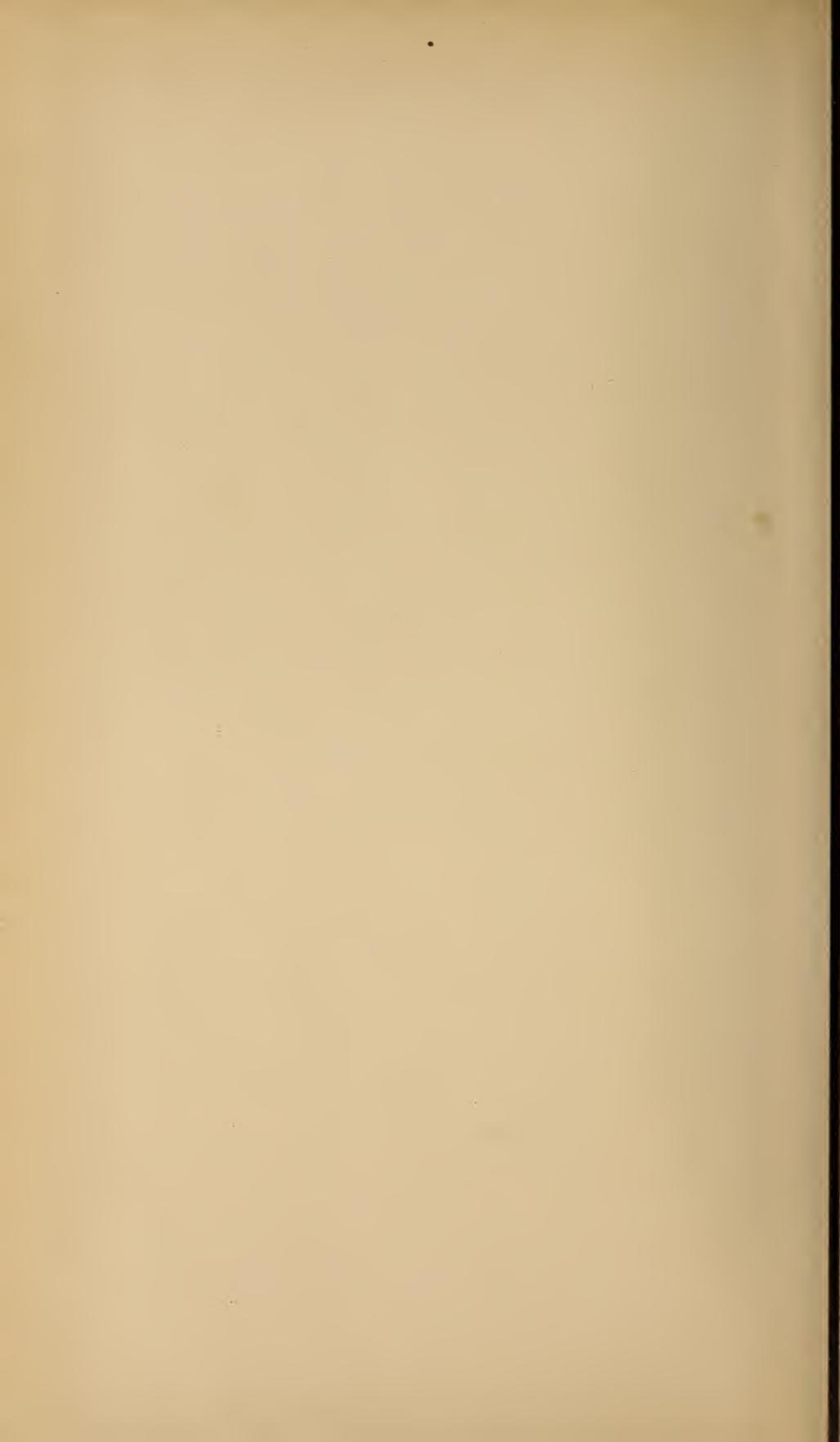
Figur 8—11. Stielglieder, wahrscheinlich zu *Plicatocrinus hexagonus* gehörig. (*Eugeniocrinus astralis* QU.).

Fig. 11, eine untere Theilung des Stieles, welche auf eine *Rhizocrinus*-artige Wurzel schliessen lässt.

Vom Lochen bei Balingen. Tübinger Sammlung.

---





1872

[The text on this page is extremely faint and illegible. It appears to be a list or a series of entries, possibly a ledger or a record book, with multiple columns and rows of text. The content is too blurry to transcribe accurately.]

## Erklärung der Tafel XXVII.

*Tetracrinus moniliformis* MÜNSTR.

aus dem unteren weissen Jura vom Böllert.

Vergrosserung der Figuren 4:1. a bedeutet die natürl. Grösse.  
Die Originale befinden sich in der Tübinger Sammlung.

Figur 1. Ein oberes Armglied des Hauptastes von innen.

Figur 2. Desgl., etwas grösser.

Fig. 2b, von innen; c von oben. (Die seitliche Gelenkfläche ist hier irrthümlich nicht zur Darstellung gelangt.)  
d von aussen; e von unten.

Figur 3. Desgl.

Fig. 3b von innen; c von unten.

Figur 4. Ein unteres Glied des Hauptastes.

Fig. 4b von innen; c von aussen; d von oben.

Figur 5. Das unterste Glied des Hauptastes (über dem Axillare), welches kein Nebengelenk und folglich auch keinen Seitenast trägt (irrthümlich die Unterseite nach oben gewendet).

Fig. 5b von innen; c von aussen; d von unten

Figur 6. Ein Axillare.

Fig. 6b von innen; c von unten; d von aussen; e von oben.

Figur 7. Ein erstes Radiale.

Fig. 7b von innen; c von aussen; d von unten.

Figur 8. Ein Radial- und Basalkranz mit dem ansitzenden obersten Stielgliede.

Fig. 8b von der Seite; c von oben, die Patina zeigend.

Figur 9. Ein Basalkranz mit den ansitzenden zwei obersten Stielgliedern. Das zweite bei diesem Exemplar gleicht in der Form dem untersten des Fig. 8 abgebildeten Exemplares.

Fig. 9b von der Seite gesehen.

Figur 10. Ein Basalkranz von auffällig hoher Form und fast glatter Seitenfläche.

Fig. 10b von der Seite; c von unten.

Figur 11. Ein Basalkranz von niedriger Form.

Fig. 11b von oben; c von der Seite.

Figur 12. Ein Stielglied mit zapfenartig vorspringender Mitte um den Axialkanal und vierstrahlig angeordneten Gelenkleisten.

Fig. 12b von oben.

Figur 13. Ein Stielglied.

Fig. 13b von oben.

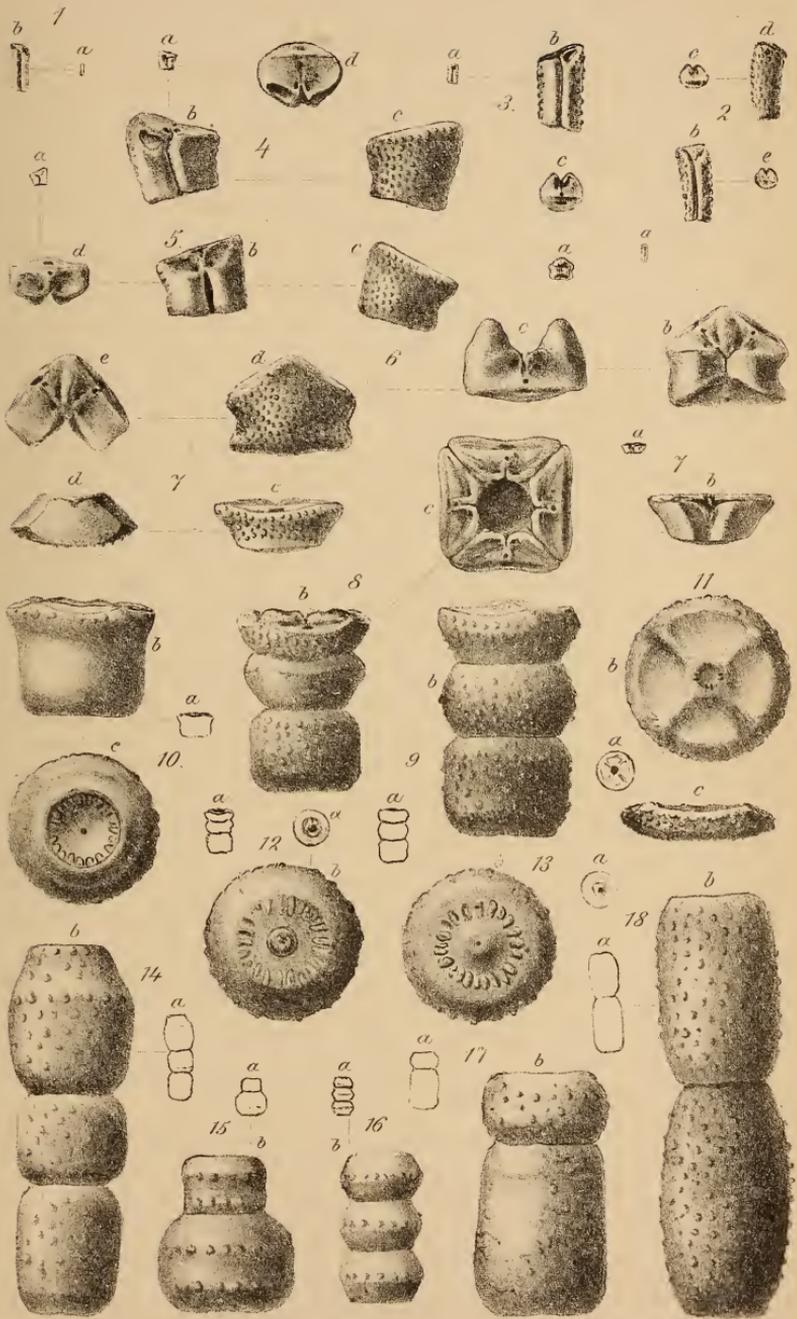
Figur 14. Drei im Zusammenhang gebliebene Stielglieder von auffallend verschiedener Form, von der Seite.

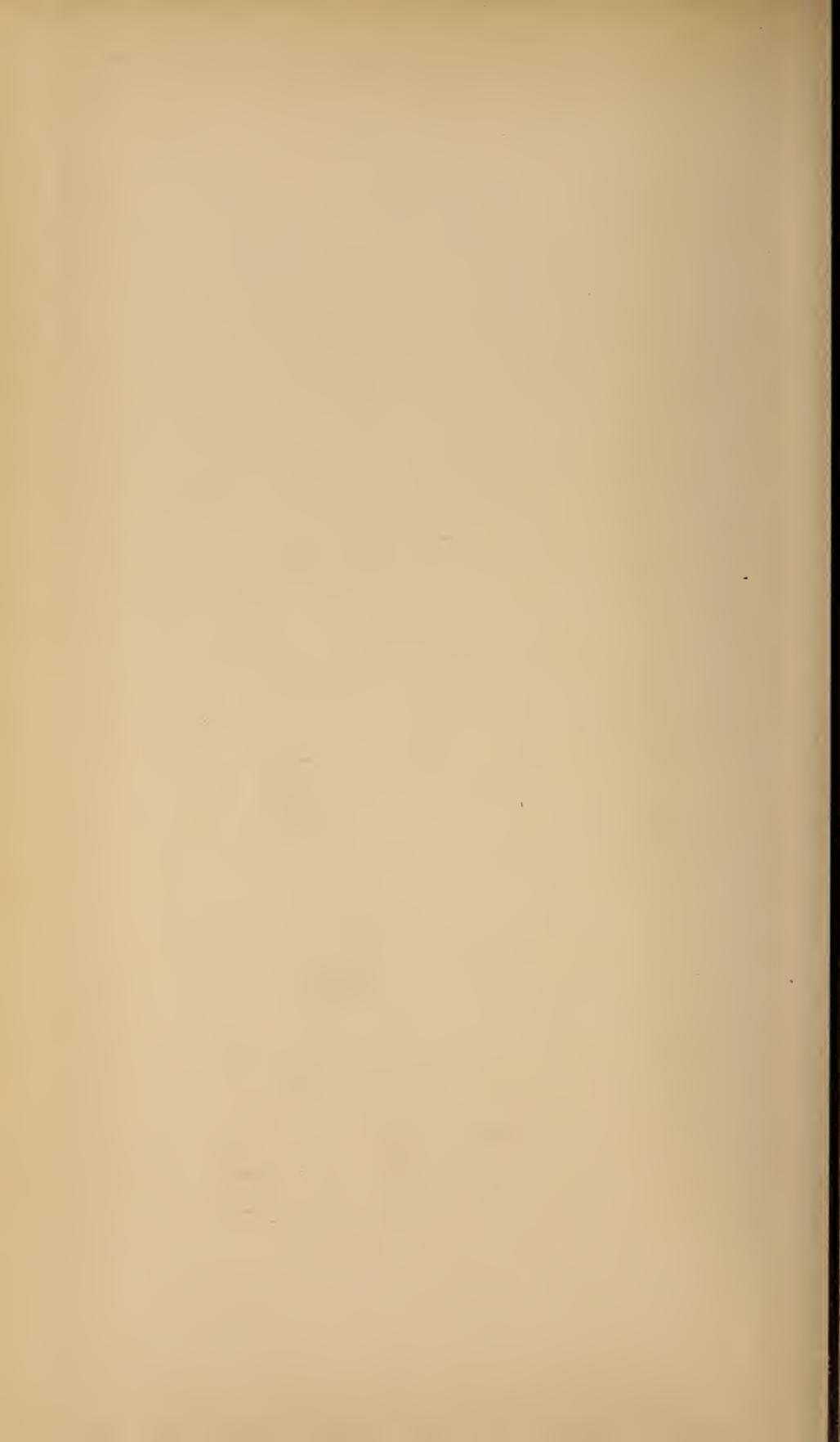
Figur 15. Zwei auf einander folgende Stielglieder von auffallend verschiedener Dicke, von der Seite.

Figur 16. Drei besonders kleine Glieder, von der Seite.

Figur 17. Zwei zusammengehörige Stielglieder von ganz verschiedener Gestalt.

Figur 18. Zwei auffallend lang tonnenförmige Stielglieder von nahezu gleicher Gestalt.





THE HISTORY OF THE

REPUBLIC OF THE UNITED STATES OF AMERICA  
FROM 1787 TO 1861  
BY  
JAMES M. SMITH  
VOLUME I  
THE FOUNDING OF THE NATION  
1787-1800  
CHAPTER I  
THE CONSTITUTIONAL CONVENTION  
1787

THE CONSTITUTIONAL CONVENTION  
1787  
CHAPTER II  
THE RATIFICATION OF THE CONSTITUTION  
1787-1791

### Erklärung der Tafel XXVIII.

Figur 1—6. *Tetracrinus Langenhami* n. sp.  
aus den Oxford-Schichten des Jura von Hansdorf bei  
Inowrazlaw in Posen.

Mit Ausnahme von Fig. 1g sind alle Figuren in 5facher Vergrößerung gezeichnet. Die Originale hat Herr LANGENHAM dem Museum für Naturkunde zu Berlin überwiesen.

Figur 1. Oberes Armglied des Hauptastes.

Fig. 1b von innen; c von der Seite; d von aussen; e von oben; f von unten; g von aussen, in 15facher Vergrößerung.

Figur 2. Ein besonders langes Glied des Hauptastes.

Fig. 2b von innen; c von der Seite; d von aussen.

Figur 3. Ein unteres Armglied des Hauptastes.

Fig. 3b von aussen; c von der Seite; d von unten; e von oben; f von innen.

Figur 4. Ein Radiale.

Fig. 4b von aussen; c von unten; d von oben; e von innen.

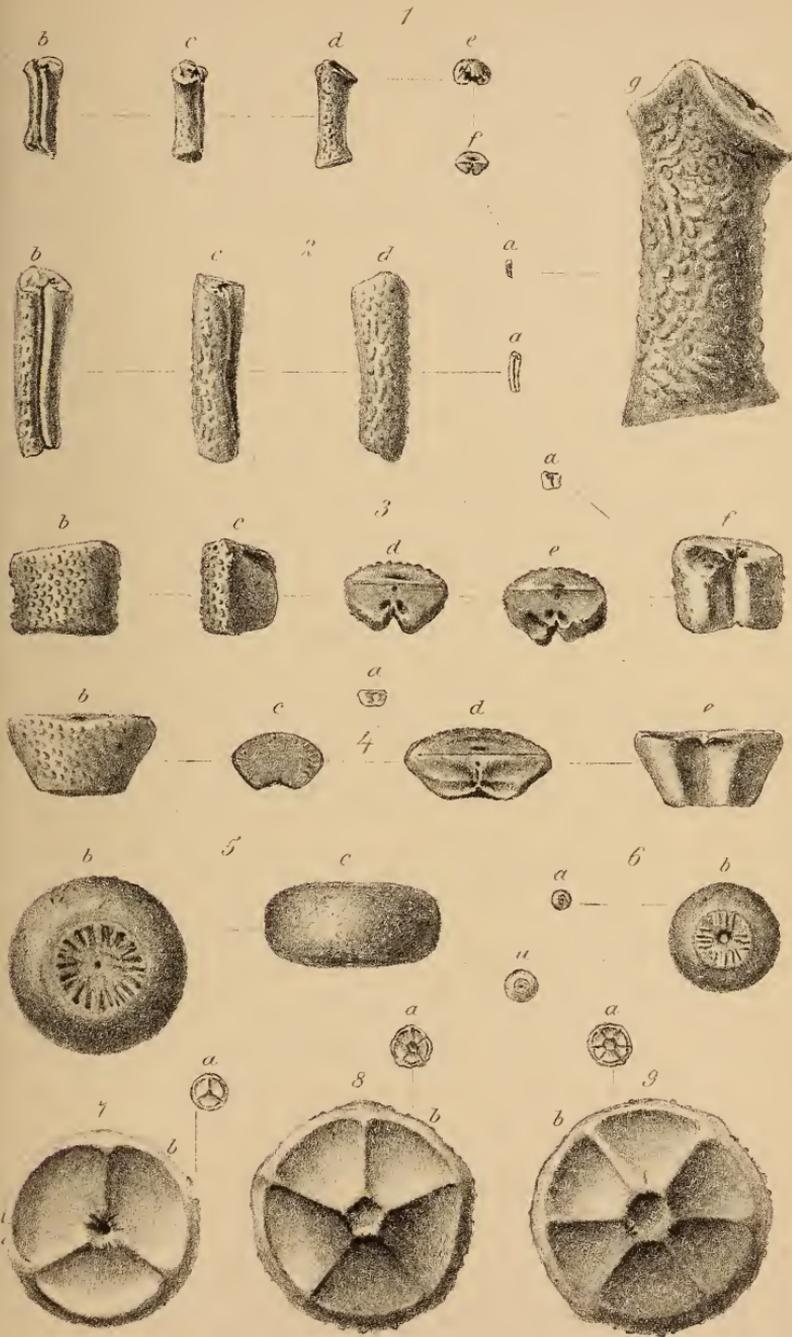
Figur 5 und 6. Stielglieder, welche höchst wahrscheinlich zu *Tetracrinus Langenhami* gehören.

Figur 7, 8 und 9. *Tetracrinus moniliformis* MÜNSTER.

Basale Patinae von 3, 5 und 7strahligen Individuen. Unterer weisser Jura vom Lochen.

Originale im kgl. Naturalien-Cabinet in Stuttgart.

---





THE HISTORY OF THE UNITED STATES

The history of the United States is a story of growth and expansion. From the first European settlements on the Atlantic coast, the colonies grew in number and strength. They fought for independence from Great Britain, and in 1776 declared their independence. The new nation was born, and it set out on a path of westward expansion. The Louisiana Purchase of 1803 doubled the size of the country, and the Texas Revolution and the Mexican-American War of 1846-1848 added even more territory. By the mid-19th century, the United States had become a major power in the world. The Civil War of 1861-1865 was a turning point in the nation's history, as it resolved the issue of slavery and preserved the Union. After the war, the United States emerged as a global superpower, and its influence spread across the globe. The 20th century saw the United States lead the world in the development of nuclear energy, space exploration, and the civil rights movement. Today, the United States remains a leading nation in the world, with a rich and diverse history.

## Erklärung der Tafel XXIX.

Figur 1—5. *Saccocoma pectinata* GOLDF. sp.  
aus dem oberen Malm von Solenhofen.

Figur 1—4. Armtheile, beobachtet an einem Exemplar der  
Collection JAEKEL.

Fig. 1. Theil eines Armes mit 3 Seitenästen, in 20facher  
Vergrößerung.

Fig. 2. Ein unteres Armglied im Querschnitt, um die Stel-  
lung der zwei Ventralflügel und die Lage des Axial-  
canales zu zeigen.

Vergrößerung etwa 20:1.

Fig. 3. Die beiden letzten Glieder eines Armastes.

Vergrößerung etwa 50:1.

Fig. 4. Untere Armglieder, an denen z. Th. die Ventral-  
flügel auf einander gedrückt sind.

Figur 5. Ein Radiale des pag. 665 besprochenen und abgebil-  
deten Exemplares von innen.

Am = Ambulacralfurche, die Stelle, an welcher der Arm aufsitzt.

Z = Zacken des Seitenrandes, mit welchen die benachbarten Ra-  
dialia unter einander verbunden sind.

Vergrößerung etwa 8:1. — Original im Berliner Museum für  
Naturkunde.

Figur 6. Theil des Oberrandes eines Kelches von *Sacc. tenella*  
GOLDF. sp., ebendaher.

Vergrößerung 30:1. Original: Tübinger Sammlung.

Oben und unten Gelenke zum Ansatz der Arme, dazwischen der  
oben übergeschlagene Theil eines Radiale.

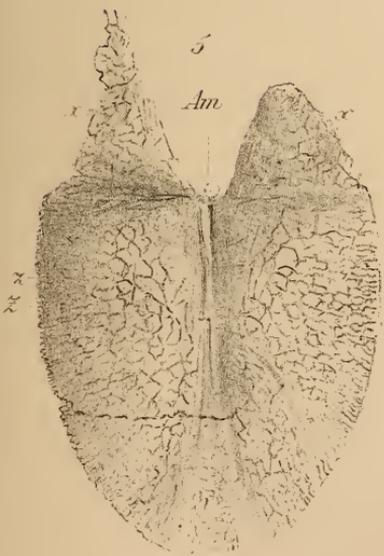
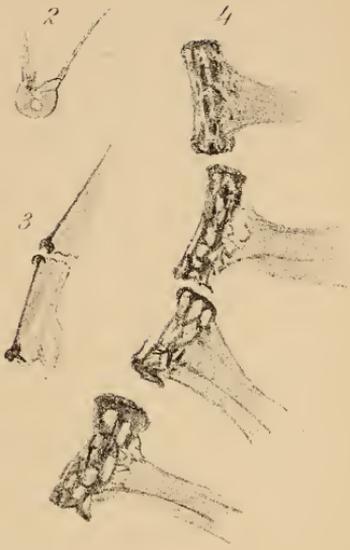
Am = Ambulacralfurche.

ac = Loch des Axialkanales.

mg = Muskelgruben der Gelenkflächen.

Rd = Randleisten zur Verfestigung des Kelches unter dem  
Ansatz der Arme.

---





THE HISTORY OF THE

REPUBLIC OF THE UNITED STATES OF AMERICA

FROM THE FOUNDATION OF THE COLONIES TO THE PRESENT  
BY  
JAMES M. SMITH  
VOLUME I  
THE FOUNDATION OF THE COLONIES  
1607-1776  
NEW YORK: THE CENTURY CO. 1907

### Erklärung der Tafel XXX.

#### *Saccocoma tenella*

(oben in natürlicher Grösse schematisch dargestellt).

Die Hauptfigur ist reconstruirt nach zahlreichen Exemplaren meiner Sammlung und derjenigen des Museums für Naturkunde zu Berlin. Ein Hauptast eines Armes ist vollständig ausgezeichnet, die anderen nur z. Th. und zwar in verschiedener Länge. Der nach rechts oben gerichtete Hauptast zeigt das ungetheilte Stück bis zum Ansatz der Seitenäste, die links oben stehenden Hauptäste zeigen nur die Flügel tragenden Glieder; der links gerichtete Arm zeigt das Axillare und die ihm aufsitzenden Schaltglieder; an den beiden nach unten gerichteten Armen sind diejenigen Flügel tragenden Glieder dargestellt, welche durch Schaltglieder von einander getrennt sind.

Ax = Axillaria.

Sg = Schaltglieder.

---



O.

Ernst & Gredal

