

Die Asterien des Weissen Jura von Schwaben und Franken

mit Untersuchungen über die Structur der Echinodermen und das Kalkgerüste der Asterien

von

Dr. Eberhard Fraas.

Mit Tafel XXIX und XXX.

Veranlassung zu dieser Arbeit gab eine Reihe neuer Asterien-Formen aus dem oberen Weissen Jura, die sich im palaeontologischen Museum von München vorfanden, und die mir im Anfang des vergangenen Jahres mein hochverehrter Lehrer, Herr Professor Dr. K. von Zittel nicht nur auf das bereitwilligste zur Verfügung stellte, sondern mir auch durch seine Rathschläge und die Hilfsmittel des palaeontologischen Institutes und seiner Privatbibliothek während der 3 Semester, die ich zu diesen Untersuchungen verwandte, aufs freundlichste und liebenswürdigste an die Hand ging und meine Untersuchungen leitete. Ich spreche deshalb vor Allem meinem hochverehrten Lehrer hiermit meinen verbindlichsten Dank aus. Nächstdem war es Herr Professor Dr. R. Hertwig, der durch Rath und That meine zoologischen Untersuchungen unterstützte; auch ihm, sowie meinem Vater Professor Dr. O. Fraas in Stuttgart, den Herren Dr. Schwager und Dr. Rothpletz in München und Dr. K. Lampert in Stuttgart fühle ich mich verpflichtet, für mannigfache Unterstützung während dieser Arbeit herzlichst zu danken.

War es Anfangs nur auf die Beschreibung jener obengenannten oberjurassischen Formen abgesehen, so führte dieselbe doch bald auf allgemeinere Untersuchungen über die Mikrostructur der Echinodermen-Schalen und namentlich der Kalkkörper der Asterien. Hierdurch zerfiel meine Arbeit in zwei Theile, wovon der erste die Untersuchungen über das Hautskelet der Echinodermen im Allgemeinen, der zweite die Beschreibung der Asterien des Weissen Jura, den ich sozusagen als Nutzenanwendung der durch den ersten Theil gewonnenen Resultate betrachtet haben möchte, enthält.

Litteratur.

- Agassiz A., Selections from Embryological Monographs II. Echinodermata. Cambridge 1883.
- Carpenter, W. B., Report of the 17th. meeting of the British association for the advancement of Science in Oxford 1847.
- Goldfuss, Petrefacta Germaniae vol. I, 1826.
- Gray, Synopsis of Starfish. London 1866.
- Hessel, Einfluss des organischen Körpers auf den unorganischen, nachgewiesen an Encriniten, Pentacriniten und anderen Thierversteinerungen. Marburg 1826.
- Ludwig Hub., Morphologische Studien an Echinodermen. Leipzig 1877—79.
- Ludwig, Hub., Beiträge zur Anatomie der Asteriden. Leipzig 1879.
- Müller und Troschel, System der Asteriden. Braunschweig 1842.
- Müller Joh., Ueber den Bau der Echinodermen. (Abhandlung der Berliner Academie 1854 ff.)
- Quenstedt, F. A., Petrefactenkunde Deutschlands, IV. Band, Asteriden und Echiniden. Leipzig 1874 bis 1876.
- Quenstedt, F. A., Handbuch der Petrefactenkunde. 3. Auflage. Tübingen 1886.
- Quenstedt, F. A., Der Jura. Tübingen 1858.
- Stelzner, A., Ein Beitrag zur Kenntniss des Versteinerungs-Zustandes der Crinoideenreste. (Neues Jahrbuch für Mineralogie 1864.)
- Valentin, in Agassiz, L. Monographie d'Echinodermes vivants et fossiles. Neuchâtel 1838—44.
- Wright, A monograph of the fossil Echinodermata from the Oolitic formation. Vol. II. (Palaeontographical Society 1862.)
- v. Zittel, K., Handbuch der Palaeontologie. I. Theil.
-

I. Allgemeiner Theil.

Untersuchungen an Echinodermen.

Da wir es bei den fossilen Asteriden meist nur mit Fragmenten, einzelnen Asseln, isolirten Ambulacralbalken und dergleichen zu thun haben, müssen wir darauf bedacht sein, sichere Anhaltspunkte zur Bestimmung und systematischen Verwerthung derartiger Fragmente zu bekommen.

Wie bekannt, sind die Echinodermen-Skelete in fossilem Zustande stets in der Form von krystallisirtem Kalkspat erhalten, und wenn wir sie je einmal in ein anderes Mineral, namentlich in Quarz umgewandelt finden, so ist dies stets nur als eine secundäre Bildung, als eine Art Pseudomorphose zu betrachten. Diese Umwandlung des ursprünglich netz- oder gitterförmig angeordneten kohlen-sauren Kalkes in die Form von krystallisirtem Kalkspat geht ungemein rasch vor sich, wenigstens ist mir auch aus den allerjüngsten pliocänen oder recenten Küstenbildungen noch nie ein Echinodermenfragment vorgekommen, das noch die ursprüngliche Structur bewahrt hätte, sondern alle zeigen beim Zerschlagen die Spaltungsflächen des Kalkspatrhomboeders.

Schon vor 60 Jahren wurde von Hessel eine eingehende Untersuchung über verkalkte Echinodermenskelete angestellt, und wies derselbe nach, dass jedem Glied eines Crinoiden, ebenso wie den Stacheln und Asseln der Echiniden und den Asseln der Asteriden, je ein Kalkspat-Individuum entspricht, dessen krystallographische Hauptaxe mit der Längsaxe des betreffenden Skelettheiles zusammenfällt. Sehr interessant und durch eine grosse Menge von Beispielen belegt sind die Untersuchungen über die Drehung der Rhomboeder in den zusammengesetzten Säulen der Crinoiden, die nach ihm eine ganz constante ist. Zugleich macht Hessel auf die eigenthümlichen Structurbilder aufmerksam, die er allerdings nur makroskopisch untersucht. Auch Goldfuss und Quenstedt weisen häufig auf die makroskopische Structur des Echinodermenskeletes hin.

Stelzner ging weiter und untersuchte einige Dünnschliffe von *Pentacrinus*-Stielgliedern und machte damit zuerst auf die so ungemein charakteristische mikroskopische Structur aufmerksam, die Valentin und Carpenter für recente Echinodermen nachgewiesen hatten, und die mit der der fossilen Formen vollständig übereinstimmt.

Auf die Bedeutung und die practische Verwerthung mikroskopischer Untersuchungen für die Palaeontologie weist Zittel in seinem Handbuch, pag. 311 u. ff., hin, indem er die Structurverhältnisse der verschiedenen Gruppen von Echinodermen untersucht und zu dem Resultat kommt, dass auch das

kleinste Fragment eines Echinodermen durch seine Structur mit grösster Sicherheit bestimmt werden kann.

Hierdurch und auf besondere Anregung von Seiten meines hochverehrten Lehrers aufmerksam gemacht, unternahm ich es bei einer grossen Serie recenter und fossiler Echinodermen-Kalkkörper die mikroskopische Structur und deren Bedeutung im ganzen Skelett zu untersuchen.

Bei keiner anderen Abtheilung des Thierreiches finden wir eine so durchgreifende Tendenz zur Verkalkung, wie bei den Echinodermen. Während bei anderen Thieren, besonders bei solchen, die eine durchgreifende Metamorphose in ihrer Entwicklung zeigen, wenigstens die Embryonalstadien in den meisten Fällen frei von Hartgebilden sind, besitzen die Echinodermen auch schon in dem Larvenzustande, aus dem das spätere Thier erst durch eine vollkommene Metamorphose hervorgeht, eigenthümliche Kalknadeln, die später theilweise wieder verloren gehen.

Es ist nicht uninteressant, hier einen kurzen Blick zu werfen auf die Entwicklung des Kalkskeletes bei den Echinodermen. Ich kann mich hierbei allerdings, abgesehen einer kleinen Serie von Präparaten von Echinodermlarven, nur auf Untersuchungen stützen, die von zoologischer Seite gemacht wurden, und über welche eine ausgedehnte Litteratur vorliegt.

Bei den Crinoiden, deren embryologische Entwicklung besonders bei *Comatula* untersucht wurde, finden wir das erste Auftreten von Kalkplättchen in der noch mit Wimperschnüren versehenen freischwimmenden Larve. Anfangs treten kleine durchbrochene Kalktäfelchen von unregelmässiger Form auf, deren Lage jedoch schon die Anordnung der späteren Kelchplatten erkennen lässt; ebenso lassen sich die nach unten sich bildenden sehr kleinen rundlichen Kalkscheibchen als erste Anlage des Stieles erkennen. Alle diese ersten Gebilde tragen den Typus der sog. unregelmässigen Structur (Taf. XXIX, Fig. 1); d. h. die Durchbrechung der Kalktäfelchen ist eine unregelmässige, oder richtiger gesagt, das netzförmige Wachstum des Kalkes ist ein ziemlich gleichmässiges an dem ganzen Rande der Platte und nicht nach einer bestimmten Richtung hin orientirt. Noch in der freibeweglichen Larve legen sich zwischen die im fibrillären Bindegewebe entstandenen Kalkscheibchen, die den Stiel bilden, starke Muskelfibrillen (Taf. XXIX, Fig. 2), welche die Scheibchen auseinanderrücken, so dass die Wimperlarve allmählich nach unten sich verlängert, und zugleich durch Ausscheidung einer Wurzelplatte eine feste Basis gewinnt, auf der sie sich fortsetzt, ihre Wimperkränze verliert und so in ihr zweites Stadium, das der aufgewachsenen Larve, eintritt. Die freie Bewegung ist nun ausschliesslich auf den Stiel beschränkt, der durch Verlängerung der Muskelfibrillen und durch Vermehrung der Kalkscheibchen sich möglichst beweglich gestaltet; ebenso wechseln in den sich nun bildenden Tentakeln Muskelfibrillen und Kalkscheibchen. Die fortschreitende Verkalkung, die von den ersten eingelagerten Scheibchen ausgeht und diese nach oben und unten wachsen lässt, erstreckt sich nun auch auf das zwischen den Muskelfibrillen parallel ausgestreckte fibrilläre Bindegewebe und vielleicht auch auf die Muskelfibrillen selbst. Hierdurch entsteht an den neu angelegten Partien der ursprünglichen Kalkscheibchen eine neue Anordnung der Kalkspiculae und dadurch ein von dem oben genannten ganz verschiedenes Structurbild. Der netz- oder maschenartige Aufbau, d. h. die ächte Echinodermenstructur ist zwar gewahrt, aber die Maschen sind alle parallel an einander gereiht, dem Verlauf der Muskelfibrillen entsprechend, und bilden dadurch ein nach der Längsaxe des Stieles resp. der Arme orientirtes Netz, in dessen Maschen beim lebenden Thier die Blut-

gefäße in fibrilläres Bindegewebe eingelagert verlaufen. Die Tafeln des Kelches, die zu keiner Bewegung, sondern nur zum Schutz der inneren Organe dienen, behalten immer ihre regellos angeordnete Structur bei.

Bei den Ophiuriden und Asteriden treten die Kalkspiculae schon in der allerersten Entwicklung auf und zwar besonders frühe bei den Formen, die ein Pluteus-Stadium durchlaufen, also bei den Ophiuriden.

Bei diesen Formen bilden sich schon in der kaum vollendeten Blastula 2 feine Spiculae aus, die bald auf der einen Seite durch dornige Fortsätze sich gegenseitige Stützen bilden, auf der anderen Seite jedoch gleichzeitig mit den Fortsätzen des Pluteus einen langen, hohlen, mit zarten Dornen versehenen Kalkstab treiben; ebenso ragen in die übrigen kleineren Fortsätze des Pluteus, von den ersten Spiculae ausgehend und mit diesen zusammenhängend, feine Kalknadeln herein, so dass zuletzt der ganze Pluteus durch ein zartes Kalkskelet gestützt wird. Diese primitiven Spiculae des Pluteus haben jedoch mit der späteren bleibenden Form, die aus dem Pluteus hervorgeht, gar nichts zu thun, sondern werden nach der Bildung des eigentlichen Thieres wieder abgestossen. Bei den Brachiolarien und Bipinnarien der Asteriden ist die Bildung von Kalkspiculae in der Larvenform eine sehr geringe, vielleicht auch wegen der grösseren Undurchsichtigkeit dieser Formen weniger beobachtet.

Die Entwicklung der definitiven Form bei den Ophiuriden wie bei den Asteriden ist in beiden Fällen begleitet von der Ausscheidung eines Kalkskeletes. Bei den Asteriden sind es ganz ähnliche netzförmig durchbrochene Plättchen, wie im Kelche der Crinoiden, vielleicht noch etwas compacter, die radial und interradial in der Scheibe auftreten und die später ebenso bei der Bildung der Arme in diese hinaustreten. Die eigentliche Ausscheidung der Marginalia und besonders der Ambulacralia ist noch nicht beobachtet worden, denn diese primären Kalkplättchen treten nach Carpenter an das Ende der Arme und bilden dort die Ocellartafeln. Bei den Ophiuriden treten gleichfalls schon bei der ersten Anlage der Scheibe Kalkspiculae auf, die bald die ganze Scheibe regellos erfüllen und dann zu einer gemeinsamen im Centrum beginnenden Platte verwachsen. In den sich bildenden Armen hört die regellose Structur der Scheibe plötzlich auf und beginnt eine ganz regelmässige, gitterförmige Structur in den Kalktheilen, die wahrscheinlich später die höchst regelmässigen Kalkspangen bilden, welche den Arm der Ophiure umschliessen.

Im Pluteus der Echiniden haben wir wiederum ein ungemein zartes primäres Kalkskelet, das jedoch gleichfalls bei der Umwandlung in die definitive Form wieder verloren geht. Dieses primäre Pluteus-skelet ist ganz analog gebaut wie bei dem Ophiurenpluteus, zum Theil noch zarter, indem die langen Spiculae auf's Regelmässigste gitterartig durchbrochen erscheinen. Sobald jedoch im Pluteus die Concentrirung zum eigentlichen Seeigel angefangen hat, beginnt auch die Ausscheidung von Kalk in Form jener unregelmässigen Plättchen, wie wir sie bei den ersten Anlagen der Asteriden und Crinoiden finden. In allen den zarten Fortsätzen jedoch, die aus dem eigentlichen Seeigel heraustreten, finden wir das feinste, aber auf das Regelmässigste angeordnete Gittergerüste, das zunächst eine hohle gegitterte Axe bildet, an die sich später gleichmässig concentrisch die weiteren Kalkspiculae ansetzen und so die auf das Schönste concentrisch und zugleich longitudinal angeordnete Structur des Echinidenstachels bedingen, während die Platten mit unregelmässiger Structur sich zu den Ambulacral- und Adambulacraltafeln der Kalkumhüllung der Echiniden zusammengruppiren.

Bei den *Holothurien* finden sich gleichfalls schon in der mit Wimperkränzen versehenen Larve zarte *Kalkspiculae* von ziemlich unregelmässiger Form, die sich besonders um die Mundöffnung kranzförmig gruppieren, aber auch sonst im Körper häufig auftreten. In vorgeschrittenen Stadien finden wir dann auch häufig jene unregelmässig durchbrochenen Platten, die ganz denen der übrigen *Echinodermen* analog sind, sowohl in Form als in Structur. Diese Kalkplatten wachsen aber nicht mehr, wie bei den übrigen Formen weiter, wobei sie dann gleichfalls einen geschlossenen Kalkmantel bilden würden, sondern bleiben auf diesem ihrem ersten Stadium durch das ganze Leben des Thieres hindurch bestehen und werden mittelst feiner Kalknadeln sozusagen im Fleisch verankert. Ausser diesen, den Platten der anderen Gruppen analogen Kalkkörpern, bilden sich dann bei den *Holothurien* und zwar auch schon in der bewimperten Larve jene zur Bestimmung der Gattungen so wichtigen Anker, Rädchen und Schnallen, die später das ganze Mesoderm der *Holothurien* erfüllen.

Schon durch diesen flüchtigen Ueberblick über die Entwicklung des Kalkskeletes in den Larvenstadien der *Echinodermen* glaube ich gezeigt zu haben, dass die Bildung und erste Anlage der Kalkkörper in allen drei Gruppen ganz dieselbe ist, besonders da wir hiebei natürlich die *Spiculae* im *Pluteus* unberücksichtigt lassen müssen, weil sie für das spätere Kalkskelet ohne jede Bedeutung sind und einfach abgestossen werden.

Wir haben gesehen, dass die erste Anlage in einem Verwachsen unregelmässig geformter Kalknadeln zu einem maschenartig durchbrochenen Plättchen besteht, und dass das Weiterwachsthum dieser Platten durch Anwachsen neuer *Kalkspiculae* an den Rändern zu einer Structur führt, die ein unregelmässiges Netzwerk ohne Orientirung der Maschen zeigt, und die wir die regellose *Echinodermen-Structur* nennen wollen.

Zugleich machte ich aber auch auf die Verkalkung an den Muskelfibrillen und den parallel gerichteten Bindegewebsfibrillen im Stiel der *Crinoiden*, sowie auf die ungemein zierliche und regelmässige Gitterstructur in den Armen der *Ophiuren* und den Auswüchsen der *Echiniden* aufmerksam; beide Arten der Verkalkung führen zu einer Structur der Kalkkörper, bei der die Maschen regelmässig nach einer Richtung orientirt angeordnet sind und die wir die regelmässige oder orientirte *Echinodermen-Structur* nennen.

Dass eine derartige Modification in der Structur nicht willkürlich ist, sondern auf ganz bestimmten Gesetzen beruht, ist ja von vornherein anzunehmen, und ist es mir gelungen, an der Hand einer Reihe von Präparaten die Ursache dieser Verschiedenheit in der Structur zu finden und nachzuweisen.

Zunächst muss ich hier bemerken, dass über die Weiterentwicklung des Kalkskeletes, besonders über die Anlage der *Ambulacralia*, nichts bekannt ist, und dass ich mich nun nur noch an Präparate halten kann, die aus den Kalkskeleten vollständig ausgewachsener, zum grossen Theil fossiler *Echinodermen* hergestellt sind.

Machen wir durch einen beliebigen Kalkkörper eines *Echinodermen* einen Dünnschliff, so bekommen wir stets die von *Stelzner* und *Zittel* beschriebene *Echinodermenstructur* zu sehen. Wir finden, dass der ganze Kalkkörper aufgebaut ist aus rundlichen Kalkstäbchen, die maschenartig aneinander

gewachsen sind, so dass sie Zittel mit Recht als an den Aufbau der Spongien erinnernd bezeichnet. (Tab. XXIX, Fig. 3.) In einem Dünnschliff bekommen wir natürlich dieses Netzwerk nur nach einer Richtung und wenn genügend dünn, nur in einer Schichte, die dann am meisten den Maschen eines Netzes gleicht. Im fossilen Zustand ist das Bild häufig noch viel klarer, besonders wenn die Kalknadeln oder der die Zwischenräume ausfüllende Kalkspat durch Minerallösungen gefärbt sind, und hebe ich hier besonders die Localitäten hervor, die diese Bedingungen am besten erfüllen. Die schönsten Bilder liefern die Crinoidenschichten im alpinen Lias von Kammerkaar, dann der Eisenoolith von Wasseralfingen, die Impressamergel von Reichenbach bei Geislingen, die Hallstadter Kalke, die *Mespilocrinus*-Stiele aus dem Dogger von Moskau, die *Pentacrinus* aus dem Lias von Württemberg u. A.; im Allgemeinen hat man immer darauf zu sehen, dass die Stücke auch auf den Bruchflächen dunkel gefärbt erscheinen. Absolut kein Structurbild bekommt man bei den verkieselten Exemplaren, wie sie besonders in den obersten Juraschichten von Schwaben und Franken, z. B. Nattheim und Engelhardsberg, vorkommen.

Die Grösse der Maschen variiert nur wenig; der mittlere Durchmesser beträgt 0,02—0,03 mm; im Allgemeinen kann man sagen, dass die engsten Maschen, die natürlich dann auch die festesten Kalkkörper bilden, in den Skelettheilen zu finden sind, die eine Stütze für bestimmte Organe bilden, so besonders die Ambulacralbalken und die Marginalplatten der Asterien, die doch auch mehr oder minder Träger der dorsalen Decke sind. Die grössten Maschen finden sich an den Kelchplatten der Crinoiden, und besonders an den problematischen Sphaeritesplatten aus dem weissen Jura von Schwaben. (Tab. XXX, Fig. 35.) Die Form der Hohlräume zwischen den Kalkstäbchen ist bei der regellosen Structur eine meist rundliche, ohne jedoch an eine bestimmte Form gebunden zu sein, nur wenn die Structur eine regelmässige und orientirte wird, nehmen auch die einzelnen Maschen eine bestimmte Form an, bald viereckig, quadratisch oder etwas langgestreckt; auch polygonale, besonders sechseckige Maschen treten häufig auf. Der Grund dieses maschenförmigen Aufbaues der Kalkkörper liegt in der Bildung derselben. Lösen wir an einem gut erhaltenen Spiritusexemplar die Kalksubstanz sehr langsam mit schwacher Säure*) und unter fortwährender Härtung der organischen Substanz in 95% Alkohol auf und machen dann Schnitte durch die so entkalkten Skeletgebilde, so können wir uns überzeugen, in welchem Maasse und in welcher Art und Weise die organische Substanz an dem Aufbau der Kalkkörper sich theiligt. Um dies klar zu machen, wähle ich ein Präparat, welches auf die oben angegebene Methode behandelt im Längsschnitt durch die Spitze des Armes von *Oreaster hiulcus* M. u. T. geführt ist (Tab. XXIX, Fig. 4) und den Rand von einem der äussersten Ambulacralbalken in entkalktem Zustand darstellt.

Wir sehen zunächst, dass die Zwischenräume zwischen den einzelnen Kalkkörpern ausgefüllt sind durch eine breite Masse von Bindegewebsfibrillen; von diesem breiten Strange ziehen sich die Fibrillen seitlich in den Kalkkörper hinein und wiederholen dort das Bild der Echinodermenstructur, indem die Maschen jetzt nur, statt aus Kalk, aus organischer Substanz gebildet sind. Zwischen den Fibrillen, aber nicht in den Hohlräumen der Maschen, sondern immer an dem Kreuzungspunkt der Fibrillenstränge,

*) Am besten hat sich 5% H_3PO_4 oder 1—2% HCl erwiesen; der Process bis zur vollständigen Entkalkung nimmt 2—3 Wochen in Anspruch und ist dabei zu beobachten, dass der angesäuerte 95% Alkohol alle 3—4 Tage vorsichtig abgezogen und erneuert wird.

liegen ziemlich starke Blutgefässe, d. h. die von Ludwig als Perihaemalräume nachgewiesenen Canäle, hieraus geht mit Sicherheit hervor, dass das Bild, das die organische Substanz gibt, nur das Negativ ist von dem Maschennetz der Kalksubstanz, da die Blutcanäle nicht in die Kalksubstanz eindringen können, sondern in den Hohlräumen der Maschen verlaufen müssen. Das Bild, das wir bekommen, ist natürlich bei der organischen Substanz, wie bei der anorganischen äusserlich ganz das nämliche. Beobachten wir die Bildung des Kalkskeletes genetisch, so können wir uns die Anlage eines Kalkkörpers so vorstellen, dass die ursprünglich einheitliche Masse von fibrillärem Bindegewebe seitlich auseinander tritt und der so gebildete Zwischenraum anfangs nur erfüllt ist von netzförmig gelagerten Fibrillen, die reichlich von Blutcanälen durchzogen sind; erst secundär tritt die Verkalkung ein, die als intussusceptionell angenommen wird und welche in der Art vor sich geht, dass sich der Kalk zwischen die fibrilläre Substanz legt, schliesslich alle Hohlräume zwischen dieser erfüllt und so selbst wieder ein aus Kalk bestehendes Netzwerk bildet, das genau dem der organischen Substanz entspricht. Bei dieser Aufnahme von Kalk werden natürlich auch die beiden seitlichen Hauptlagen von organischer Substanz weiter auseinandergedrängt, wobei sich neue Fibrillen ablösen, die nun sofort wieder von der Verkalkung ergriffen werden, so dass das Grössenwachsthum des ganzen Thieres, das durch Auseinanderdrängen der fibrillären Bindegewebesubstanz bedingt ist, zugleich Hand in Hand geht mit dem Wachsthum der einzelnen Kalkkörper. Auf diese Weise geht die Bildung der Hauptmasse der Kalkkörper vor sich und diese zeigen dann immer nicht orientirte regellose Structur.

Anders verhält es sich, wenn wir Kalkkörper untersuchen, die noch eine andere Function als die der Stütze und Schutzdecken der inneren Organe haben. Es sind hier vor Allem solche zu berücksichtigen, die eine selbstständige Bewegung ausführen, wie die Stacheln der Echiniden, die kleinen Bauchstacheln und die Paxillen der Asteriden und einigermaassen auch die Arme der Ophiuren, sowie die Tentakeln und Stiele der Crinoiden. Wie wir wissen, besteht das Mesoderm in der Wandung der Echinodermen nur aus wirt gelagerten Fibrillen, dem fibrillären Bindegewebe, während eine selbstständige Bewegung eines Organes nur durch Auftreten von Muskelfibrillen ermöglicht ist, deren Fasern alle parallel gelagert sind und so eine gleichmässige Contraction zulassen, wogegen das contractile fibrilläre Bindegewebe nur eine sog. amöboide Bewegung zulässt. So finden wir in den Stacheln der Echiniden die organische Substanz nicht mehr rein als fibrilläres Gewebe angeordnet, sondern es verlaufen in ihnen parallel der Hauptaxe angeordnete Faserzüge mit gleichfalls parallel laufenden Blutcanälen. Diese parallele Anordnung wurde dadurch bedingt, dass in der ersten Anlage der noch unverkalkten Stacheln parallel gelagerte Muskelfibrillen verliefen, denen sich das fibrilläre Bindegewebe und die Blutcanäle in derselben Anordnung anschlossen. Es ist klar, dass sich bei der Verkalkung das Kalkgerüste gleichfalls dem Verlauf der Faserzüge anschliesst, und ergibt sich dadurch eine nach der Hauptaxe der Bewegung orientirte Structur. Diese Orientirung ist nicht nur eine longitudinale, sondern vor allem auch eine radiale. Nachdem nämlich, wie wir bei dem embryologischen Ueberblick gesehen haben, schon die erste Anlage der Kalkspicula in einem beweglichen Organ eine sehr regelmässige Structur zeigte, geht die weitere Verkalkung ebenso regelmässig weiter, indem diese erste hohle Spicula als Axe benutzt wird und sich die weiteren Kalkkörper concentrisch um diese Hauptaxe anlegen. Welche Modificationen dabei noch auftreten können, werden wir später kennen lernen. Die Beweglichkeit des Stachels selbst ist natürlich nur in der embryonalen Anlage vorhanden und hört auf, sobald sich die erste starre Spicula ablagerte, denn von nun an kann der Stachel nur noch als ganzes

Gebilde bewegt werden; trotzdem bleibt die parallele und concentrische Anordnung der Fasern sowohl wie des Kalknetzes constant.

Die eigentlichen Muskeln, durch die die Bewegung des ganzen Thieres, wie der einzelnen Glieder desselben vermittelt wird, sind gleichfalls für die Structur von grösster Bedeutung. Die aus parallel gelagerten Muskelfibrillen bestehenden Muskeln geben bei ihrer Verkalkung gleichfalls eine parallel gerichtete Structur, also ein longitudinal orientirtes Netzwerk, dessen Richtung von der Function und Richtung des betreffenden Muskels abhängt. Da die Muskeln jedoch immer nur die Verbindung zwischen den starren Kalkkörpern herstellen, die durch sie bewegt werden sollen und an denen sie ansetzen, so tritt auch die durch sie hervorgerufene Structur nie selbstständig auf, sondern immer nur in Verbindung mit den beiden anderen Structuren, und zwar sehen wir immer an den Ansatzstellen des Muskels die Umlagerung der Structur.

Kurz gefasst hat sich folgendes für die Modificationen der Structur Maassgebendes ergeben: Die regellose Structur ist charakteristisch für die Skelettheile, die nur zum Schutz oder zur Stütze anderer Organe dienen. Der Hauptfactor zur Umlagerung der Structur ist die Bewegungsfähigkeit eines Kalkkörpers, d. h. die embryonale Anlage als selbstständig bewegliches Organ, und bewirkt diese die longitudinal und radial orientirte Structur; der zweite Factor ist das Ansetzen von Muskeln, die eine longitudinal orientirte Structur hervorrufen.

Als Belege hiefür mögen aus einer grossen Serie von Präparaten folgende dienen:

1. Querschliff durch einen Ambulacralbalken von *Astropecten aurantiacus* (Tab. XXIX, Fig. 5). Das Präparat zeigt die vollständig regellos angeordnete Structur, indem die Maschen alle eine rundliche Form besitzen und vollständig ohne bestimmte Orientirung sich an einander reihen. Die Kalkablagerung ist zugleich sehr reichlich, die Maschen daher sehr eng, um der Stütze, die der Ambulacralbalken bildet, möglichst Halt zu geben.

2. Flächenschliff durch die Assel eines *Astropecten* aus dem oberen braunen Jura (Br. J. δ) vom Nipf bei Bopfingen. (Tab. XXIX, Fig. 6). Die Maschen sind nicht mehr ausschliesslich rund, sondern bilden mehr einen Rhombus, wodurch das ganze Structurbild viel mehr Regelmässigkeit bekommt. Die ganze Assel ist gleichmässig aus diesem Maschennetz zusammengesetzt, das jedoch nur gleichmässig gebaut, aber nach keiner bestimmten Richtung hin orientirt ist.

3 u. 4. Querschliff und Längsschliff durch den Hautstachel von *Nidorellia* (*Oreaster*) *Michelini*. (Tab. XXIX, Fig. 7 u. 8.) Die Hautstacheln auf der dorsalen Decke bei *Nidorellia* haben zwar beim ausgewachsenen Thier keine Bewegung mehr, denn sie stehen auf einer breiten Basis, allerdings frei, aber ohne Gelenk und ohne seitliche Muskeln. Die Structur ist schon orientirt und zwar nach dem Gesetz der Bewegung, das eine longitudinale, parallel der Hauptaxe des Stachels, und zugleich eine radiale Anordnung erfordert, oder, um es anders auszudrücken, das Wachstum ging concentrisch um eine Hauptaxe vor sich. In ihrer ursprünglichen Anlage waren also die Stacheln jedenfalls beweglich, doch ging diese Bewegungsfähigkeit wahrscheinlich sehr frühe verloren, denn die Orientirung ist zwar gewahrt, aber doch noch sehr wenig entwickelt.

5. Querschliff durch den Stachel von *Phyllacanthus baculosus* (Tab. XXIX, Fig. 19) ist ein Beispiel für die vollständig longitudinal und radial orientirte Structur.

Diese Structur herrscht bei allen Stacheln der Echiniden. zeigt aber bei den verschiedenen Geschlechtern, ja sogar den einzelnen Species, die feinsten Differenzirungen. Besonders treten häufig concentrische Ringe mit grösseren Maschen auf, in denen starke Blutgefässe verlaufen, oder es kommen radiale Modificationen der Maschen vor, kurz eine Reihe sehr constanter und guter Merkmale, die eine systematische Verwerthung der Mikrostructur bei den Echinidenstacheln sehr nahe legen.

5. und 6. Quer- und Längsschliff durch den seitlichen Bauchstachel von *Astropecten bispinosus*. (Taf. XXIX, Fig. 10 u. 11.) Wie gross der Einfluss der Bewegung auf die Orientirung der Structur ist, beweisen besonders diese Stacheln, die auf der unteren Marginalplatte aufsitzen und nur eine einseitig seitliche Bewegung haben. Diese einseitige Bewegung hat, gleichsam durch eine Art Centrifugalkraft, auch eine seitlich verschobene Anordnung in der Structur hervorgerufen, so dass wir eine excentrisch gelegene Hauptaxe haben, von der aus das Kalknetz der seitlichen Bewegung entsprechend ausstrahlt.

Ich glaube schon durch diese wenigen Präparate den Einfluss der Bewegungsfähigkeit auf die Orientirung der Structur gezeigt zu haben, und könnte dies noch durch eine grosse Serie von Präparaten weiter belegen. Eine Anwendung dieses Structurgesetzes lässt sich am besten an den mehr oder minder problematischen Platten und Stacheln von *Asterias*, *Sphaeraster* und *Sphaerites scutatus* machen (Tab. XXX, Fig. 36), die in ihrer Structur gleichfalls eine wenn auch geringe Orientirung in longitudinaler und radialer Richtung zeigen. Die Structur lässt sich mit der von *Nidorellia* vergleichen und beweist uns dass wir es mit einem Stachel zu thun haben, der in seiner Anlage beweglich war, diese Bewegungsfähigkeit aber sehr frühe verlor, was wieder sehr für die Verwandtschaft dieser Formen mit *Nidorellia* (Gray) spricht, denn bei Echiniden und Crinoiden kommen derartige Gebilde nie vor.

Für die zweite Art der Umlagerung der Structur durch Ansetzen von Muskeln sprechen hauptsächlich folgende Präparate:

1. Längsschliff durch das Stielglied eines *Millericrinus* aus dem alpinen Lias von der Kammerkaar. (Taf. XXIX, Fig. 12). Wie ich schon bei dem embryologischen Ueberblick gezeigt habe, legen sich die ersten Kalkkörper des Stieles als rundliche Scheibchen mit unregelmässiger Structur an und werden durch einen starken Muskelstrang zusammengehalten. In diesem Präparat sehen wir in der Mitte die ursprüngliche unregelmässige Structur der Kalkkörper und an diese ansetzend die durch die Längsmuskeln bedingte longitudinal orientirte Structur. Das durch das Ansetzen der Muskelfibrillen hervorgerufene Bild zeigt in diesem Falle ein sehr normales Verhältniss, die Muskelfibrillen waren in der Mitte am stärksten und hinterliessen also in der Mitte auch die durchgreifendere Umlagerung, so dass die ursprüngliche unregelmässige Structur einen amphicoelen Kalkkörper umfasst.

In den Stielen der Crinoiden zeichnet sich dieser Muskelstrang besonders noch dadurch aus, dass er z. Th. auch radial sehr schön differenzirt ist; diese radiale Anordnung der Muskelfasern giebt sich besonders schön in der Macrostructur auf den Endflächen der einzelnen Glieder zu erkennen. Bei *Millericrinus*, *Apiocrinus*, *Encrinus* u. A. sind die Muskeln in vielen Radialstrahlen angeordnet, die sich auf den Endflächen durch vielstrahlige Ornamentirung kundgeben. Bei *Pentacrinus* setzen die Muskeln als 5strahliger Axenstrang durch den ganzen Stiel durch und ergeben auf der Endfläche eine 5-blättrige Zeichnung. In den Längsschliffen durch *Pentacrinus*-Stiele bekommt man daher oft sehr häufig ganz merkwürdige Structurbilder, je nachdem man den Axenstrang trifft, besonders weil dabei auch noch jene

von Hessel beschriebene und oben erwähnte Drehung der einzelnen Glieder mit in Betracht kommt. Interessante Structuren geben namentlich auch *Rhipidocrinus*, *Cupressocrinus* u. A., bei denen der Muskelstrang auf der peripheren Seite der Glieder am stärksten war, wodurch die orientirte Structur gerade an der Peripherie am stärksten wird.

Dass sich hierdurch Merkmale geben, die sich sehr gut systematisch verwerthen lassen, besonders durch die makroskopische Zeichnung, die der Muskelstrang hinterlässt, ist in die Augen fallend, und es ist dies auch besonders bei den Stielgliedern der Crinoiden schon seit alter Zeit benützt worden.

Sehr schöne Beispiele für Umlagerung der Structur durch Muskelansätze bilden ferner die Kalkglieder in den Armen der Crinoiden, die Wirbel der Ophiuren; weniger stark ist die Umlagerung der Structur bei den Ambulacren der Asteriden; weitaus am schönsten jedoch sind die Verhältnisse an den Stacheln der Echiniden, wie das folgende Präparat zeigt.

2. Querschliff durch Stachel und Stachelwarze von *Sphaerechinus esculentus* (Taf. XXIX, Fig. 13).

3. Schnitt durch ein entkalktes Präparat durch Stachel und Stachelwarze von *Sphaerechinus esculentus* (Taf. XXIX, Fig. 14).

Beide Präparate sind gleichmässig orientirt und ergänzen sich gegenseitig vollständig, indem das eine sehr schön die Structur des Kalkes, das andere die der organischen Substanz wiedergibt. Im Stachel selbst haben wir die nach dem Gesetz der Bewegungsfähigkeit angeordnete scharf orientirte Structur, welcher in der organischen Substanz auch der Verlauf der Blutcanäle entspricht. Am Fusse des Stachels setzt der starke Muskel an, durch den der Stachel bewegt und mit dem übrigen Körper verbunden wird. Dieser Muskel legte im Stachel, da wo er ansetzt, die Structur um, die nun eine longitudinal orientirte dem Muskel entsprechende wird. Dieselben Verhältnisse treffen wir auf der Stachelwarze und deren Basis; da, wo der Muskel an derselben ansetzt, ist die Structur nach ihm orientirt; die eigentliche Warze wird von massenhaften Blutgefässen durchdrungen, die ihren Verlauf ununterbrochen in den Stachel hinein nehmen. Die Structur der Platte, auf der die Warze aufsitzt, ist die unregelmässig angeordnete. Durch das entkalkte Präparat bekommen wir zugleich auch einen Einblick, in welchem Maasse die organische Substanz sich an dem ganzen Aufbau eines Stachels und der Verbindung mit der Wandung des Thieres theiligt; wir sehen, dass das fibrilläre Gewebe zwischen dem Stachel und der darunter liegenden Stachelwarze gleichmässig durchsetzt, so sehr, dass beide nach der Entkalkung als einheitliches Gebilde erscheinen, und dass ebenso eine grosse Anzahl von Blutgefässen eine ganz directe Verbindung und Zusammenhang beider Theile herstellen.

Ich glaube mit diesen Präparaten zur Genüge die Einflüsse der Bewegungsfähigkeit auf die Structur bewiesen zu haben, denn auch die Muskelansätze sind ja nur als Verkalkungen früher activ sich bewegender Theile anzusehen und lassen sich hierdurch eine Reihe sehr interessanter und merkwürdiger Structurbilder, die besonders bei isolirten Kalkkörpern fossiler Echinodermen vorkommen, mit grosser Sicherheit deuten, wodurch schliesslich auch die Stellung des einzelnen Kalkkörpers im ganzen Skelett festgestellt werden kann.

So interessant auch die Resultate der mikroskopischen Untersuchung der Kalkkörper sind, so müssen wir doch zugestehen, dass wir sie speciell bei der Untersuchung fossiler Asterien nur wenig verwerthen können. Abgesehen davon, dass wir es in fossilem Zustand nur zu oft mit blossen Steinkernen oder Abdrücken zu thun haben, oder dass die Structur durch Silification oder ganz gleich gefärbte Verkalkung vollständig zu Grunde gegangen oder jedenfalls unsichtbar geworden ist, so müssen wir uns immer klar sein, dass das Kalkskelet der Asteriden nur sehr geringe motorische Functionen hat und, wenn wir von den kleinen Kalkfüsschen an der Ambulacralrinne absehen, ausschliesslich einen Schutz und Stützapparat bildet. Wie ich nun nachgewiesen habe, ist gerade in derartigen starren Kalkkörpern die mikroskopische Structur am wenigsten differenzirt und am gleichmässigsten durch den ganzen Kalkkörper verbreitet. Es wird also besonders bei fossilen Asterien immer noch ein Hauptmerkmal für die Bestimmung die rein morphologische Vergleichung der Kalkkörper bleiben.

Ludwig weist in seinen „Morphologischen Studien an Echinodermen“ nach, dass die mesodermale Schichte der Asteriden, also die Lage, in der die Kalkkörper gebildet werden, nicht einheitlich sei, sondern aus 2 Lamellen bestehe, von denen jede ihre besonderen Functionen habe. Auf die Theilnahme dieser beiden Lamellen am Aufbau der Weichtheile will ich hier nicht eingehen, da dies für diese Arbeit von keinem Interesse ist und ich zugleich eine Menge Streitfragen zwischen Ludwig und Teuscher berühren müsste, deren Entscheidung schwierig und zu weit führend wäre. Teuscher weist in seiner Cutisschicht gleichfalls einen Aufbau aus 2 Lamellen nach, von denen jedoch die äussere nach Ludwig nur die Epidermis selbst ist, also mit der Ludwig'schen doppelten Lage der mesodermalen Schichte nichts gemein hat.

Was für diese Arbeit von den Ludwig'schen Untersuchungen von höchstem Interesse ist und was ich gleichfalls an meinen Präparaten bestätigt fand, ist Folgendes: Wenn wir uns einen Seestern noch ohne jegliche Verkalkung denken, so wird das Mesoderm als 2 gleichmässige Lamellen unter dem Epithel ausgespannt sein; in beiden Lamellen entwickeln sich Kalkstücke, aber in der inneren Lamelle geschieht dies nur in der mittleren unteren Partie und entstehen daraus die Ambulacralia; die äussere Schicht verhält sich gerade umgekehrt, nicht in dem centralen unteren Theil, wohl aber im ganzen übrigen Unkreis entstehen Verkalkungen, die wir bei der Asterie als Marginalia, Zwischen- und Deckplatten kennen. Die Armwirbel unterscheiden sich also ihrer Bildungsweise nach ganz wesentlich von den übrigen Kalkkörpern. Ludwig weist diese Unterschiede auf's Eingehendste in dem Verhalten beider Theile zu dem von ihm untersuchten Perihäimalsystem nach und findet auch in dieser Hinsicht ein ganz verschiedenes Verhalten beider Mesodermalagen.

Ich habe das Verhalten beider Arten von Kalkbildungen, also die Ambulacralbalken einerseits gegenüber sämmtlichen anderen Kalkkörpern von rein morphologischem Standpunkt aus verfolgt und kam durch Vergleichung einer grossen Reihe von recenten und fossilen Formen aus den verschiedenartigsten Genera der Asteriden zu dem Resultat, dass die Ambulacralbalken in jedem Genus eine grosse Constanz beibehalten, während wir die Speciesunterschiede nur in den Bildungen der äusseren Schichte finden können; dass also die Bildung der inneren Lage die generellen Merkmale constant beibehalten, auch wenn die Ausbildung der Kalkkörper in der äusseren Lage noch so sehr verschieden ist.

Diese Constanz der Ambulacralbalken ist für die Palaeontologie von grösstem Interesse, denn sie gibt uns einen Anhaltspunkt, aus einem einzelnen Skelettheil mit Sicherheit auf die systematische Stellung der ganzen Asterie zu schliessen, und wird es uns dadurch erleichtert und möglich gemacht, die im Allgemeinen viel häufigeren Marginal- und Deckplatten durch Combination mit den typischen Ambulacralbalken gleichfalls mit Sicherheit zu bestimmen, eine Bestimmung, die aus den Marginalplatten allein immer unsicher und schwierig ist.

Bei der nun folgenden Vergleichung von Ambulacralbalken konnte es natürlich nicht meine Absicht sein, von sämmtlichen recenten und fossilen Gattungen die betreffenden Skelettheile zusammenzustellen, denn dazu fehlt es mir vor Allem an Material und wäre es auch nur ermüdend und ohne viel Interesse, alle die vielen recenten Genera durchzunehmen, von denen wir zum grössten Theil in fossilem Zustand so gut wie nichts erhalten haben. Meine Absicht war es vielmehr, verschiedene Haupttypen herauszugreifen und deren Ambulacralbalken vergleichend zusammenzustellen.

Die Methode, die Ambulacralbalken bei recentem Material zu gewinnen, ist eine sehr primitive, aber doch recht praktische. Man zerlegt ein Exemplar womöglich in 3 Theile; an dem ersten Theil öffnet man nur die Decke, um über die Lage des Ambulacralsystems sich zu orientiren; den zweiten Theil bringt man einige Zeit in schwache Kalilauge, bis die organische Substanz so weit zerstört ist, dass man zwar die Ambulacralia beinahe rein vor sich hat, dieselben aber doch noch, wenigstens an einzelnen Partien, durch die schwer zu zerstörenden starken Muskelstränge zusammenhalten und in situ erhalten sind. Den Rest kocht man so lange in Kalilauge, bis die organische Substanz vollständig zerstört ist, wodurch man ein Haufwerk von Kalkkörpern aller Art bekommt, aus denen man die Ambulacralia aussucht und sich an diesen mit Hilfe der beiden anderen Präparate zu orientiren sucht; am besten ist, wenn man sie auf einer Wachstafel in ihrer ursprünglichen Lage im Thiere selbst zu restauriren sucht.

Eine Terminologie für die einzelnen Fortsätze und Flächen aufzustellen, würde zu weit führen und muss ich immer ganz auf die Abbildungen verweisen, an denen ich die gleichen Muskelansätze auch immer mit den gleichen Buchstaben bezeichne; möchte aber gleich bemerken, dass die grossen gelenkartigen Flächen keineswegs wirkliche Gelenke sind, mit denen etwa die Wirbel unter einander oder mit den Adambulacris articuliren, sondern es sind dies nur die Ansatzflächen breiter Muskelstränge, die die einzelnen Ambulacra unter einander und mit dem übrigen Gerüste verbinden.

In der Systematik halte ich mich an Müller u. Troschel, System der Asteriden.

I. Familie: Alternirende Tentakelreihe der Bauchfurche.

I. *Asteracanthion* M. T. (Taf XXIV, Fig. 1—3 unten).

(*Asterias* Gray. *Stelloeia* Forbes. Nardo.)

Die Länge eines Balkens von *Asteracanthion rubens* von 10 cm Spannweite beträgt 4 mm, eines *A. glacialis* von 16 cm beträgt 6 mm.

Die allgemeine Form des Balkens ist lang, aber sehr schmal, so dass eine enorme Anzahl von Balken auf einen Arm kommt (ca. 20 auf 1 cm, in der Mitte des Armes von einem grossen *A. glacialis*). Die Balken haben eine doppelte leichte Krümmung nach entgegengesetzter Seite; da diese 2 Wendungen

bei jedem andern Balken alternirend auftreten, so lassen die Balken auch immer alternirend oben und unten eine Spalte offen, durch die die Ampulle austritt. (Fig. 3.) Dadurch entsteht eine alternirende Reihe von Ambulacralfüsschen, die uns scheinbar den Eindruck von 2 Reihen macht.

Um auf die speciellen Merkmale zu kommen, so mögen folgende Characteristica an Hand der Figur genügen (Fig. 1, 2):

Die Stelle a, mit der die Balken sich oben an einander anlegen, ist nur sehr schwach gezahnt. Der Fortsatz b nach oben ist mässig gross, sehr dünn mit einem leichten Muskelansatz auf der vorderen (d. h. der Spitze des Armes zu gerichteten) und der hinteren (d. h. dem Mund zugekehrten) Seite. In der natürlichen Lage bildet dieses Paar von Fortsätzen eine Rinne, in der ein starker Muskelstrang verläuft. Der Fortsatz c ist nach der vorderen Seite hin ziemlich stark und legt sich dort an denselben Fortsatz des nächsten Balkens an; auf der hinteren Seite trägt derselbe Fortsatz c¹ die Ansatzstelle eines Quermuskels, der die beiden zu demselben Paar gehörigen Balken verbindet und zugleich die Rinne nach unten schützt, die zwischen a und c liegt und in den Nervenstrang, Wassergefäss- und Perihämalcanäle verlaufen. Die unteren Fortsätze d und e, mit denen der Wirbel auf den Adambulacralplatten aufsitzt, sind beinahe gleichmässig entwickelt, zwischen beiden liegt auf der hinteren Seite die grosse 3eckige Fläche f¹, die zum Ansatz eines starken Längsmuskels dient, der die Ambulacralbalken derselben Reihe unter einander verbindet.

Bei den folgenden Formen werde ich mich nun sehr kurz fassen, weil ich auf die Functionen der einzelnen Theile nicht mehr einzugehen brauche, indem ich dieselben Buchstaben für dieselben Fortsätze resp. Flächen gebrauchen werde.

II. Familie: Die Tentakeln in einer geraden Reihe; ein After.

Solaster Forb. (Taf. XXIX, Fig. 4, 5 unten.)

Die ganze Form ziemlich gerade gestreckt; dünn, aber nicht so sehr wie *Asteracanthion*; die Verbindungsstelle der Balken a stark gezahnt, der Fortsatz b ziemlich stark und nach hinten gedreht; auf der hinteren Seite legt sich scheinbar noch ein zweiter Fortsatz b¹ auf den ersten.

Der Fortsatz c nur wenig oder gar nicht ausgebildet, dagegen eine ungemein starke Fläche zum Muskelansatz. d bedeutend stärker als e, die Muskelansätze f und f¹ auf beiden Seiten ausgebildet, jedoch auf der hinteren bedeutend stärker.

Die Balken sind im Verhältniss zur ganzen Asterie recht gross, Balken eines *Solaster endeca* von mittlerer Grösse 16 mm lang (Fig. 4), Balken eines *Solaster papposus* von 9 cm Spannweite 5 mm lang, sie sind ziemlich weit gestellt, so dass nur circa 8 Wirbel auf 1 cm kommen. (Ich messe hierbei immer der Mitte des Armes.) Die Durchtrittsstellen der Ampullen sehr gross.

Scytaster M. T. (Taf. XXIX, Fig. 6 unten.)

(*Linkia* Nardo. Agass.)

Sehr kurze gedrungene Form; der Querschnitt in der Mitte beinahe ein Kreis; a stark gezahnt; Fortsatz b auf der vorderen Seite verdoppelt, c auf der vorderen Seite als Fortsatz auf der hinteren als vertiefte 3eckige Muskelansatzfläche ausgebildet.

d stärker als e, die Fläche f liegt sehr tief und hebt sich durch plötzliche Verdünnung des Balkens sehr stark ab. Die Balken sind im Verhältniss ziemlich klein (bei einem Exemplar von 16 cm Grösse beträgt die mittlere Grösse eines Balkens 3,5 mm), sehr eng gestellt, so dass trotz der Dicke der einzelnen Balken circa 9 Wirbel auf 1 cm kommen.

Asteriscus M. u. T. (Taf. XXIX, Fig. 7 u. 8 unten.)

(*Asterina* Nard. *Palmipes* Ag.)

Die Form, wie schon die Flachheit von *Asteriscus* erwarten lässt, sehr nieder, was noch mehr dadurch erreicht wird, dass die Balken sehr gespreizt stehen.

a stark gezahnt; b ungemein stark blattförmig; der Fortsatz ist zugleich stark zurückgekrümmt, der Querwulst b^1 auf beiden Seiten sehr schwach. c nur als Fläche auf der hintern Seite. d und e verschmolzen zu einem langen, nach hinten gerichteten Fortsatz; f^1 nur auf der hinteren Seite, dort aber sehr gross; ausserdem befindet sich auf dem unteren Ende noch eine starke Fläche, mit der der Balken auf dem Adambulacrum aufsitzt. Durch die nach rückwärts gekrümmten Fortsätze bekommt die ganze Form eine u-förmig gekrümmte Gestalt. Die Wirbel haben eine Länge von 5 mm bei einer Spannweite des ganzen Exemplares von *Asteriscus palmipes* (Fig. 7) 15 cm und 2,5 cm bei *Asteriscus verriculatus* (Fig. 8) von 3 cm Grösse, sie sind verhältnissmässig weit gestellt, so dass circa 12 auf 1 cm kommen.

Oreaster M. u. T. (Taf. XXIX, Fig. 9–11 unten.)

(*Pentaceros*, Cray und Link.)

Die Balken sind von mittlerer Grösse, ziemlich stark und dick gebaut, so dass der Querschnitt beinahe einen Kreis bildet.

a ist stark gezahnt; b stark und dick, so dass der Balken oben eine keulenförmige Gestalt annimmt; auf der hinteren Seite verläuft ein Querwulst b^1 ; bei dem oberjurassischen *O. primaevus* Zitt. (Fig. 11) ist der Fortsatz b noch etwas mehr ausgezogen, im Uebrigen schliesst sich die fossile Form genau an die recenten an. c ist nicht als Fortsatz ausgebildet, sondern es verläuft auf der inneren (der Ambulacralrinne zugekehrten) Kante eine doppelte Lamelle, die sich bei c^1 auseinanderlegt und so eine 3theilige vertiefte Stelle bildet, die der Muskelansatzfläche c^1 der anderen Wirbel analog ist.

d und e sind schwach und ziemlich gleichmässig ausgebildet. f^1 auf der hinteren Seite vorhanden. Die Gelenkbalken für die Adambulacra bei e stark ausgebildet. Der kurze gedrungene Habitus kann noch wie bei dem oberjurassischen *O. pustuliferus* Eb. Fraas dadurch vermehrt werden, dass zwischen b und d, also auf der äusseren (der Ambulacralrinne abgewendeten) Kante eine Kalklamelle sich ausspannt.

Die Grösse der Balken beträgt bei *Oreaster tuberculatus* (Fig. 9) von 25 cm Grösse 8–9 mm, bei *Oreaster hiulcus* (Fig. 10) von 15 cm Grösse 5 mm.

Die Balken stehen nicht sehr gedrängt, so dass bei *Or. tuberculatus* nur 4 Wirbel auf 1 cm kommen.

Stellaster Gray (Taf. XXIX, Fig. 12 unten).

Die Wirbel sind sehr klein und von ungemein gedrungenem Habitus; durch die starke Ausbildung des oberen und unteren Endes bekommt das Ganze eine Hantel-artige Form.

a kaum zu beobachten; b ungemein stark, breit und dick; c und c¹ sehr schwach, auf der vorderen Seite als Fortsatz, auf der hinteren als 3seitige, durch eine Kalkfalte umschlossene Fläche ähnlich wie bei *Oreaster*.

c und c¹ liegen nicht mehr wie bei den andern Balken auf der inneren Kante, sondern mehr nach der vorderen resp. hinteren Fläche gerückt. d und e ziemlich stark, dazu tritt noch auf der inneren Kante ein neuer Fortsatz g, so dass der untere Theil eine Kleeblatt-artige Gestalt bekommt. f auf der hinteren Seite schwach ausgebildet.

Die Grösse der Balken ist eine ganz minimale, bei weitem die kleinste, die ich an Asterien kenne. Bei einem Exemplar von *Stellaster Childreni* Gray von 5 cm Grösse beträgt die Grösse der Balken nur 1 mm. Die Balken sind durch die dicken Fortsätze weit auseinander gedrängt und lassen breite Poren zum Austritt der Ampullen frei.

Asteropsis M. u. T. (Taf. XXIX, Fig. 13 unten.)
(*Gymnasteria* und *Poronia* Gray.)

Die Form im Allgemeinen erinnert sehr an *Oreaster*, nur dass die Wirbel etwas gedrungener und durch starke Ausbildung von b noch keulenförmiger ausgebildet sind.

a sehr stark gezahnt; b ungemein stark entwickelt, auf der hinteren Seite mit dem Querwulst b¹; c von einer Falte umschlossen wie bei *Oreaster*. d und e kaum entwickelt; an e schliesst sich auf der unteren Seite eine starke Fläche für das Adambulacrum an. f und f¹ auf der vorderen und hinteren Seite, und zwar auf der vorderen Seite stärker entwickelt.

Die Balken sind von mittlerer Grösse, bei *Asteropsis carinifera* M. u. T. von 15 cm Grösse beträgt die Länge der Wirbel 5 mm.

III. Familie: Die Tentakeln in einer geraden Linie angeordnet; kein After.

Astropecten (Taf. XXIX, Fig. 14—16 unten).

Wie *Astropecten* schon im ganzen System eine gesonderte Stellung einnimmt, so verhält er sich auch in Bezug auf seine Ambulacralbalken ganz verschieden von den übrigen Formen.

Die ziemlich starken Balken haben eine gestreckte, ziemlich gerade Form, die jedoch durch die Bildung von Fortsätzen und Falten wesentlich alterirt wird.

a ist stark gezahnt, b so gut wie gar nicht vorhanden, dagegen ist auf der hinteren Seite b¹ als eine scheinbar aufgelegte Lamelle sehr schön entwickelt. Die Falte, welche auf der inneren Kante als doppelte Lamelle sich um c legt, tritt nach unten wieder auseinander und bildet auf der hinteren Seite eine starke Falte g, auf der vorderen zieht sie sich gleichfalls zu einem starken blattartigen Fortsatz aus, der dem d der anderen analog gestellt werden kann, f läge dann an der vorderen Seite an dem Fortsatz d, e direct nach unten gerichtet, aber ohne als eigentlicher Fortsatz ausgebildet zu sein.

Der ganze Wirbel gewinnt durch diese Fortsätze und Falten, wozu noch eine Menge von kleineren Anschwellungen kommen, ein so abnormes Aussehen, dass er mit keinem der anderen Formen verwechselt werden kann. Auch die fossilen Formen, die besonders als lose Balken aus dem Weissen Jura bekannt sind und zu *Astropecten spongiosum* Qu. und *jurensis* Qu. gestellt werden, zeigen genau dieselben Verhältnisse wie die recenten.

Die Wirbel selbst stehen in der Asterie sehr enge, indem sie mit ihren Fortsätzen übereinander greifen und so mit Hilfe der Muskeln eine ungemein feste Verbindung herstellen. Ihre Grösse ist eine mittlere; bei einem *Astropecten aurantiacus* von 25 cm Grösse betrug die Länge eines Ambulacralbalken 11 mm, bei einem *Astrop. Johnstoni* von 7 cm Grösse 3 mm, und kommen dabei 12—13 Wirbel auf 1 cm zu stehen.

Allgemeine Schlüsse aus der Vergleichung dieser Reihe von Formen zu ziehen, will mir noch etwas gewagt erscheinen und möchte ich etwa nur darauf hinweisen, dass mit der Grösse der Anzahl von Wirbeln, d. h. mit deren Düntheit, auch die Beweglichkeit der betreffenden Form zunimmt. Dass diese Beweglichkeit aber als andern Factor noch die mehr oder minder starke Verkalkung in der äusseren Mesodermschicht hat, lässt sich nicht leugnen. Für den Palaeontologen am wichtigsten bleibt immer die Constanz des Wirbels in einem ganzen Genus und sind die Wirbel von palaeontologischem Standpunkte aus als der systematisch wichtigste Skelettheil zu betrachten.

Es bleibt noch übrig, einen Blick zu werfen auf die Kalkgebilde der äusseren Mesodermschicht, welche die eigentliche Schutzdecke für die inneren Organe bilden und an der Oberfläche des Thieres Theil nehmen, während wir die Ambulacralbalken als inneres Skelett bezeichnen können, das nur zur Stütze der inneren Organe dient.

Dadurch, dass die Kalkkörper, welche die Schutzdecke des Thieres bilden, fast alle und in den meisten Fällen direct an der Oberfläche des Thieres Theil nehmen, haben sie auch, wenige Gattungen ausgenommen, ein ganz bestimmtes Merkmal. Es bilden sich nämlich an der Oberfläche des Thieres, allerdings noch unter der eigentlichen Epidermis, sehr zarte und kleine runde Kalkkörnchen, die sich besonders da, wo keine grösseren Kalkkörper darunter liegen, gewöhnlich zu kleinen Stacheln, Höckern und Papillen fortsetzen. Diese Kalkkörnchen hinterlassen auf den darunter liegenden Kalkkörpern immer eine mehr oder minder starke Granulirung, an der wir sofort die Seite erkennen, mit der die betreffende Assel oder sonstiges Gebilde an der äusseren Oberfläche Theil genommen hat.

Von den Ambulacralia ausgehend, beginnen wir mit den Adambulacralplatten; diese haben bei den recenten Formen meist eine ziemlich constante Form, sie tragen auf der oberen, d. h. den Ambulacralbalken zugekehrten Seite 2 starke Gelenkflächen zum Ansatz starker Muskeln, mit denen sie mit den Ambulacralbalken in Verbindung stehen. Im Allgemeinen sind jedoch die Adambulacralia zu klein und zu wenig differenzirt, als dass wir sie systematisch für die Palaeontologie verwerthen könnten.

An die Adambulacralia legen sich, hie und da durch eingeschaltete Zwischenplatten getrennt, die Marginalia, untere und obere Randplatten an. Die Randplatten sind diejenigen Gebilde, die wir palaeontologisch am ehesten verwerthen können und müssen, da uns häufig nichts Anderes erhalten ist. In vielen Fällen lassen sich Bestimmungen auch wirklich mit Sicherheit nur nach den Marginalia machen, doch variiert ihre Gestalt namentlich in den verschiedenen Körperteilen desselben Individuums oft sehr und sind wir bei lose gefundenen Asseln, oft von ganz verschiedener Grösse und Länge, nie sicher, ob beide nicht demselben Thiere angehört haben. Eine Species nach nur lose gefundenen Asseln aufzustellen, ist immer sehr gewagt.

Die Scheiben und Deckplatten sind in ihrer Form am wenigsten constant und lassen sich eigentlich nur bei dem Genus *Pentaceros* (*Oreaster*) verwerthen, doch bieten sie hier oft recht gute Merkmale.

Sehr gut zu erkennen und systematisch festzustellen sind die Augentafeln, die meist in den einzelnen Gruppen von sehr typischer und constanter Form sind, doch gehören sie immer zu den palaeontologischen Seltenheiten.

Weiter können wir noch die Granulirung als gut verwertbar bezeichnen oder vielmehr die durch die Granulirung hervorgerufene Oberflächenstructur auf den grösseren Kalkkörpern.

Die Stacheln auf der Bauchseite sind, lose gefunden, gar nicht zu bestimmen, denn sie sind von denen der Echiniden, besonders von den kleinen Stacheln der Cidariten, die den grossen Stachel umgeben, gar nicht zu unterscheiden.

Noch viel weniger, weil palaeontologisch gar nicht oder nur höchst selten erhalten, können wir die für die Bestimmung recenter Formen so wichtigen Pedicellarien, Paxillen oder auch die Madreporplatte und Afterverhältnisse gebrauchen.

Wir sind also bei Bestimmung fossiler Formen, wenn sie nicht im Zusammenhange erhalten sind, vor Allem auf die Ambulacralia angewiesen und in zweiter Linie auf die Marginalia, wozu noch bei *Pentaceros* die Deckplatten mit ihrer Granulirung kommen, und sind dies auch die Hauptfactoren, an die ich mich bei der nun folgenden Beschreibung fossiler Asterien aus dem weissen Jura gehalten habe.

II. Specieller Theil.

Asterien des Weissen Jura aus Schwaben und Franken.

Bei dem grossen Reichthum an Echinodermen aller Art im Weissen Jura darf es uns nicht wundern, dass wir auch von Asterien hier eine Menge schöner Vertreter finden. Trotzdem, dass einzelne Asseln gar nicht selten, ja an manchen Localitäten sogar recht häufig vorkommen, gehören doch vollständige Exemplare zu den grossen Seltenheiten, und müssen wir jedes Exemplar mit Freude begrüessen, um so mehr, da uns die Deutung einer Menge von Asseln-Arten, die wir noch nie im Zusammenhang gefunden haben, grosse, ja zum Theil unüberwindliche Schwierigkeiten machen.

In den unteren Schichten des Weissen Jura sind vor Allem lose Asseln häufig, die man, den wenigen bis jetzt bekannten zusammenhängenden Armstücken nach, mit Recht zu der Gattung *Goniaster* stellt. Hiezu gehören jedenfalls die im Weissen Jura häufigen *Asterias impressae* Qu., von denen Quenstedt eine grosse Serie in seiner Petrefactenkunde (Asteriden, Tab. 91) und Jura (Tab. 73, Fig. 60—80) abbildet. Dass wir es bei *Ast. impressae* eher mit *Goniaster*, als mit *Astropecten* zu thun haben, beweist bei den grossen Marginalplatten schon die mehr vierseitige Form, während die von *Astropecten* fast durchgehend mehr eine dreikantige Gestalt besitzen. Weiter deutet darauf die annähernd gleichmässige Ausbildung der oberen und unteren Marginalplatten hin, sowohl in Grösse, als auch in der Körnelung, während bei *Astropecten* die untere Platte meist grösser ausgebildet, und Trägerin beweglicher Bauchstacheln ist.

Astropecten mit allen seinen Merkmalen tritt erst später in den oberen Schichten des Weissen Jura auf. Besonders reich daran ist in Schwaben das Oerlinger Thal, von welcher Localität auch Quenstedt (Petr. T. 91, Fig. 145—149 cf. 131—141, Jura T. 88, Fig. 53—59) eine Reihe von Asseln als *Asterias jurensis* beschreibt und abbildet. Vollständig zusammenhängende Exemplare waren bis jetzt noch nicht bekannt, dagegen liegen mir aus der Münchener palaeontologischen Sammlung zwei sehr gut erhaltene vollständige Exemplare von *Astropecten* aus dem Weissen Jura von Sozenhausen vor, die aus der Sammlung des Herrn Wetzler in Günzburg stammen. An sie schliesst sich eine weitere Form von *Astropecten* aus dem lithographischen Schiefer von Solenhofen an.

Astropecten infirmum Eb. Fraas. Tab. XXX, Fig. 2—4.

Aus dem Weissen Jura ϵ von Sozenhausen bei Ulm.

Äusserer Radius . . . 28—30 mm.

Innerer Radius . . . 8 mm.

Verhältniss des inneren Radius zum äusseren = 1:3,6.

Die fünf Arme sind lang, schmal, gegen die Scheibe allmählich verbreitert; ihr Aussenrand beinahe geradlinig, gegen das stumpfe Ende convergirend. Zwei benachbarte Arme bilden bei ihrer Vereinigung keinen Winkel, sondern wie bei *Goniaster* einen concav bogenförmigen Rand. Scheibe ungewöhnlich gross. Verhältniss des Scheibenradius zum Armradius wie 1:3½. Zwischen den unpaaren Augentäfelchen von zwei benachbarten Armen liegen etwa 30 obere und ebensoviele untere beinahe quadratische Randplatten. Die Oberfläche der obern ist fein, die der untern gröber granulirt; die untern Platten tragen auf der Ventralseite kurze conische Stacheln.

Die Scheibe ist auf der Dorsalseite mit zahlreichen, rundlich-viereckigen Täfelchen gepflastert; in der Mitte ragen 5 rundliche, kräftige ambulacrale Endplatten hervor. Auf der Ventralseite werden die Furchen jederseits von einer Reihe Adambulacralplatten begleitet, welche sich unmittelbar an die Randplatten der Arme anschliessen und nur in der Scheibe einen dreieckigen Interradialraum zwischen den Randplatten freilassen, welcher durch Täfelchen ausgefüllt wird.

*Astropecten infirmum**) liegt in 2 Exemplaren vor, die aus dem harten Weissen Jura-Marmor ϵ von Sozenhausen stammen, ein Gestein, das sich durch seinen grossen Reichthum an Echinodermen und wohl erhaltenen Crinoiden auszeichnet, und ausserdem noch ganz durchzogen ist von roh verkieselten Spongien und Korallenresten. Der Erhaltungszustand der beiden verkalkten Exemplare lässt nur wenig zu wünschen übrig, zudem, da es mir gelungen ist, an dem einen grösseren Exemplare die Unterseite zum Theil blozulegen, so dass wir über den ganzen Aufbau des Skeletes von *Astropecten infirmum* nahezu volle Klarheit bekommen.

Die Exemplare liegen beide flach ausgebreitet auf dem Gestein in ihrer natürlichen Lage, die dorsale Seite nach oben gekehrt, und ist dieselbe bei dem kleineren Exemplare, das zugleich 2 Arme in ihrer vollständigen Länge erhalten zeigt, in wunderbar schöner Weise erhalten.

Die ganze Scheibe war überspannt von einer Haut, in die eine grosse Menge von abgerundet viereckigen Kalkplättchen eingelagert war, die so massenhaft sind, dass sie in dem fossilen Zustand scheinbar eine feste zusammenhängende Lage bilden. Dass diese Haut trotz der massenhaften Ausscheidung von Kalk jedoch keine starre und feste Lage bildete, zeigt schon die Art der Erhaltung: sie ist offenbar nach dem Faulen der inneren Weichtheile in sich zusammengesunken und lässt als wellige Erhöhungen die Sättel der Ambulacralbalken durchschimmern. So markiren sich besonders im Centrum der Scheibe 5 starke Höcker, zwischen denen die Haut besonders tief eingesunken ist. Es rührt dies von der darunter liegenden centralen Mundhöhle und den daran anschliessenden stark ausgebildeten ersten Ambulacralbalken her. Dass es wirklich die ersten Ambulacralbalken sind und nicht etwa die sehr stark

*) Der Name *A. infirmum* bezieht sich besonders auf die pathologischen Erscheinungen an dem einen Exemplar, aber auch das gesunde unverletzte Exemplar zeigt einen weichen und zu Abnormitäten leicht geneigten Habitus.

ausgebildete Zwischenplatte, die gleichfalls um die Mundhöhle gestellt ist, konnte ich an dem anderen Exemplar nachweisen, an dem ich die Kalkplättchen entfernte, und nun auf das grosse durch Verwachsung von 2 Ambulacralbalken gebildete erste Paar der Ambulacralia kam.

Die Madreporenplatte ist vorhanden, aber ungemein klein und wenig markirt. Sie liegt als rundliches, fein punkirtes und an den Rändern gestreiftes Plättchen in dem Interradius, den wir nun als rechts oben feststellen können, etwas nach oben verschoben und ziemlich genau in der Mitte zwischen dem Centrum der Scheibe und den Marginalplatten.

After fehlt.

Die Seiten sind mit 18 Paaren von Marginalplatten bedeckt, von denen besonders die untere Reihe eine ziemlich starke Körnelung zeigt: doch fehlt sie auch bei den oberen Marginalplatten nicht.

Stacheln konnten auf der ventralen Seite constatirt werden; sie sind kurz conisch und liegen unregelmässig zerstreut auf der Unterseite der ventralen Randplatten; sie lassen sich allerdings nur an einigen Tafeln erkennen, sind aber zur generischen Feststellung der Art von Wichtigkeit. Die Arme stossen nicht in einem Winkel in der Scheibe zusammen, sondern die Scheibe zeigt einen bogenförmig geschwungenen Rand, was viel mehr an *Stellaster*, als an *Astropecten* erinnert. Den Abschluss der Arme, die auf der dorsalen Seite bis an ihre Spitze mit feinen Kalkplättchen wie die Central-scheibe bedeckt sind, bildet eine unpaare Augentafel, die besonders deutlich an den regenerirten Armen des zweiten Exemplars zu sehen ist. Sie ist oval und mit einem starken Einschnitt auf der Unterseite versehen, der auch noch die nach vorn gerichtete Seite durchzieht.

Die Unterseite von *Astropecten infirmum* lernen wir an dem zweiten, gleichfalls aus dem Weissen Jura ϵ von Sozenhausen stammenden Exemplare kennen. Dasselbe ist bedeutend grösser, aber in denselben Verhältnissen entwickelt, wie das oben beschriebene Exemplar. Dies beweist der eine normal ausgebildete Arm, der beinahe ganz vollständig erhalten ist, und der ganz den Charakter des ersten Exemplares zeigt. Zwei Arme sind dem Thiere schon bei Lebzeiten verletzt worden und in reizender Weise regenerirt. Die nächsten zwei Arme sind leider nicht erhalten. Auf der Oberseite finden wir gleichfalls die feinen Plättchen der Haut, die die Scheibe bedeckt, und um das Centrum die Hervorragungen der ersten Ambulacralbalken, die ich, wie ich schon oben bemerkt habe, an diesem Exemplar blossgelegt habe.

Das Hauptinteresse gewinnt dieses Exemplar durch die vorzügliche Erhaltung eines Theiles der Unterseite.

Die Mundhöhle selbst ist beim Präpariren durchgebrochen, doch zeigen noch einzelne Stellen die kleinen Plättchen, die die Oberseite überziehen und die wir nun von der Unterseite sehen; wir wissen jedoch von dem ersten beschriebenen Exemplar, dass keine Afteröffnung vorhanden ist.

An die Mundhöhle schliesst sich zunächst in den Ambulacralrinnen das erste grosse Paar von Ambulacralbalken an, das, wie ich schon oben bemerkte, aus 2 Paaren verschmolzen ist und mehr zur Stütze der Mundhöhle, als zum Durchschnitt von Ampullen dient, wenigstens habe ich dieses Verhältniss auch an recen ten *Astropecten* beobachten können.

Nun folgt die Rinne der Ambulacralbalken, die in der Mitte mit einem breiten Kopf sich aneinander anlegen, dann sich stark verschmälern, so dass ein grosser Spalt zwischen den einzelnen Balken frei bleibt zum Austritt der Ampullen.

An die Ambulacralbalken legen sich seitwärts die Adambulacralplatten, und zwar so, dass auf jeden Balken eine Platte kommt. Diese selbst sind verhältnissmässig sehr gross, länglich mit der kurzen Seite gegen den Ambulacralbalken gestellt. Da diese Platten zugleich sehr hoch sind, so kommt die Vertiefung der Ambulacralrinne noch mehr zur Geltung.

In den Interradien liegen zunächst um den Mund 5 sehr grosse ovale Mundplatten mit je einem Einschnitt durch die Mitte. Diese Mundplatten bilden zugleich die Anfänge der Adambulacralplatten, die sich direct an sie anreihen, und ist die unpaare Mundplatte sicherlich aus der Verschmelzung von zwei Adambulacralplatten entstanden.

An die Mundplatten reihen sich Füllplatten an, die in mehreren Reihen angeordnet den interradiären Winkel, den die Adambulacralplatten in der Scheibe bilden, ausfüllen. Diese sind mehr lang als breit, etwas abgerundet rechtwinklig, so dass sie ein ziemlich geschlossenes Pflaster zwischen den Adambulacralen und den unteren Marginalplatten bilden. Es erinnern diese Füllplatten am meisten an dieselben Theile, die man bei *Astropecten Johnstoni* aus dem Mittelländischen Meer findet.

Ein ganz besonderes Interesse erreicht dieses Exemplar noch als pathologisches Präparat.

Reproductionen verletzter oder abgebrochener Theile ist zwar eine bekannte Erscheinung bei den lebenden Asteriden und lässt sich besonders häufig an den zerbrechlichen Armen der *Ophidiaster*- und *Luida*-Arten beobachten, bei fossilen Seesternen sind derartige Erscheinungen begreiflicher Weise überaus selten, da ja nur die solidesten Formen überhaupt erhaltungsfähig sind.

Die erste ungemein starke Verwundung kostete dem Thier nicht allein einen vollständigen Arm, sondern es wurde zugleich auch ein grosser Theil der Scheibe zerstört. Bei der grossen Regenerationsfähigkeit der Asterien darf es uns nicht Wunder nehmen, dass alle diese zerstörten Theile wieder regenerirt wurden. Dabei kam es jedoch zu einer ziemlichen Verwirrung unter den Kalktäfelchen der Scheibe. Die Füllplatten bilden nicht mehr das hübsche Pflaster wie in den anderen Armwinkeln, sondern sind bei der die Regeneration einleitenden starken Kalkausscheidung ungemein gross und derb geworden, so dass sie als breite Platten ziemlich wirt in dem Armwinkel der Scheibe liegen. Merkwürdig ist zugleich, dass eine etwas starke Adambulacralplatte die verloren gegangene Mundplatte ersetzen musste. In dem regenerirten Arme sind besonders die Adambulacra stark entwickelt, so dass die Ambulacralrinne ungemein schmal wird. Noch mehr ist dies in dem zweiten dicht an der Scheibe abgebrochenen und 9 mm langen regenerirten Arme zu beobachten, bei dem die Ambulacralrinne nahezu ganz bedeckt ist.

Besonders interessant ist eine weitere Abnormität, die ihren Ursprung jedenfalls auch in den Verletzungen und den damit verbundenen starken Kalkausscheidungen hat. In dem Winkel zwischen den beiden verletzten Armen bleiben noch 9 Paare von den alten obern und untern Marginalplatten übrig. Von diesen sind nun die drei in dem Armwinkel liegenden Paare vollständig verwachsen; dies prägt sich besonders bei der einen Platte aus, die ein vollständiges Axillare bildet, an dessen beiden Seiten nun die obere und untere Reihe der Marginalplatten ansetzen. Gegen die stark verletzte Seite hin ist dieses Axillare nicht so deutlich ausgebildet, da die daran anstossenden Plattenpaare selbst vergrössert und zur Verschmelzung geneigt erscheinen.

Solche Abnormitäten sind schon bei recenten Formen sehr selten beobachtet, da immer viel leichter eine Verschmelzung mehrerer Marginalplatten derselben Reihe eintritt, ehe es zu einer derartigen

Verschmelzung von oberen und unteren Marginalplatten kommt; bei fossilen Formen ist etwas Derartiges überhaupt noch nicht beobachtet worden.

Astropecten infirmum unterscheidet sich von sämtlichen bis jetzt beschriebenen *Astropecten*-Arten durch den gänzlichen Mangel von Winkeln bei der Vereinigung der Arme. Die äussere Form würde vollständig einem *Stellaster* entsprechen, allein abgesehen von der Unmöglichkeit des Nachweises eines Afters fehlt die charakteristische Beschaffenheit der ventralen Randplatten, ausserdem stimmt auch die Täfelung der Unterseite besser mit den typischen *Astropecten*-Arten überein. Die Vereinigung von Merkmalen, welche sonst auf zwei verschiedene Genera vertheilt sind, muss übrigens immerhin hervorgehoben werden. In der klassischen Monographie der Englischen Jura-Asteriden von Wright* findet sich keine mit *Astropecten infirmum* zu verwechselnde Art. Im oberen Jura von Süddeutschland kommen isolirte Asterienplatten überaus häufig vor, um so seltener aber Arme oder gar vollständige Exemplare. Die besten bis jetzt bekannten Stücke werden von Goldfuss** und Quenstedt*** abgebildet und von Letzterem mit gewohntem Scharfsinn beschrieben und erläutert. Ob übrigens *Asterias jurensis* Goldf. und *Asterias jurensis impressae* Quenst. zu *Goniaster* (und zwar zum Subgenus *Goniodiscus*) oder zu *Astropecten* gehören, lässt sich nach den unvollständigen Exemplaren nicht mit Sicherheit ermitteln. Die granulierte Beschaffenheit der Randplatte verbietet aber jedenfalls eine Vereinigung mit *Astrogonium* M. u. T., für welche sich Quenstedt (Handbuch der Petrefactenkunde 3. Aufl. p. 709) neuerdings entschieden hat.

Von *Astropecten infirmum* unterscheidet sich *Asterias impressae* sehr bestimmt durch die breiteren kürzeren Arme, durch die gezackte Naht, welche die alternirenden Randplatten der oberen und unteren Reihe mit einander bilden, sowie durch den Mangel jener runden Gelenkgruben auf den Marginalplatten.

Vorkommen: In den obersten Juraschichten von Sozenhausen bei Ulm, zusammen mit zahlreichen Stielen und Kronen von *Pentacrinus Sigmaringensis*, *Ophiurella carinata* und *speciosa*, Spongien u. a. Grenzschiechte zwischen Quenstedt's Weissem Jura ε. u. ζ.

***Astropecten elegans* Eb. Fraas Tab. XXX, Fig. 1.**

Aus dem Lithographischen Schiefer von Solenhofen.

Äusserer Radius 18 mm.

Innerer Radius 6 mm.

Verhältniss des inneren zum äusseren = 1 : 3.

Zahl der Randplatten 17—19.

Breite der Arme an der Basis 6,5 mm.

Arme 5, zugespitzt, mässig lang mit geradlinigen Rändern, unter stumpfem Winkel in der Scheibe vereinigt. Randplatten klein, viereckig, etwa 17—18 an jedem Arme; Augentafeln gross und stark verdickt. Dorsalseite mit verhältnissmässig grossen, in Reihen geordneten Tafeln besetzt.

Trotz der grossen Häufigkeit der Ophiuriden und auch anderer Echinodermen in den lithographischen Schiefen gehören doch die ächten Stelleriden zu den grössten Seltenheiten. Ausser dem in Zittel's

* Palaeontographical Society 1862.

** Petref. Germ. I, Taf. 63, Fig. 6.

*** Der Jura p. 583, Taf. 73, Fig. 68.

Handbuch I. Bd. pag. 157 erwähnten *Pentaceros jurassicus* Zitt. und diesem *Astropecten elegans* sind bis jetzt überhaupt keine weiteren Formen bekannt.

Diese ungemein niedliche und regelmässig gebaute Form liegt nur in 2 Exemplaren vor, die der palaeontologischen Sammlung von München angehören.

Der Erhaltungszustand des einen Exemplars ist ein so ungemein günstiger, wie wir es nur in den lithographischen Schiefen zu finden gewohnt sind, während das andere Exemplar leider nur ein sehr fragmentarischer Abdruck ist, der aber sicher derselben Species zuzuschreiben ist, an dem sich aber nur einige Ambulacralbalken und der äussere Umriss der Asterie deutlich hervorheben.

Astropecten elegans ist eine der zierlichsten Formen, die mir von fossilen *Astropecten* bekannt sind, die ganze Spannweite von einer Armspitze zur anderen beträgt nur 35 mm. Der Körper ist sehr flach, die Scheibe ziemlich klein, und von ihr aus laufen die 5 mässig langen, äusserst regelmässig sich zuspitzenden Arme aus, die in einem stumpfen Winkel in der Scheibe zusammenstossen.

Die ganze dorsale Seite von *Astr. elegans* war wie bei *Astr. infirmum* mit verhältnissmässig grossen und sehr zahlreichen Kalkplättchen bedeckt, die von der die Paxillen tragenden Haut ausgeschieden wurden. Diese Kalkplättchen sind jedoch zum grossen Theil entfernt, um einen Einblick in das innere Skelett zu bekommen.

In der Mitte der Scheibe liegt die centrale Mundöffnung, in die wir von oben hineinsehen; um sie stellen sich die 5 Paare der ersten Ambulacralbalken; diese sind gleichfalls wieder aus Verschmelzung zweier Paare entstanden, markiren sich jedoch keineswegs so stark, wie bei *Astr. infirmum*, sondern sind ausser ihrer doppelten Grösse im Verhältniss zu den andern Ambulacralbalken besonders dadurch kenntlich, dass der obere Kopf, mit dem die beiden Balken an einander stossen, von 2 Pfeilern auf jeder Seite gestützt wird. Die übrigen Ambulacralbalken, die sich nun in gleichem Abstände von einander und unter sich gleich ausgebildet an diese ersten Balken anreihen, bilden zarte Stäbchen, oben mit einem kleinen Köpfchen versehen, mit dem sie sich oben geschlossen an einander anreihen; der Spalt, der weiter unten zwischen den Balken frei bleibt, ist ungemein klein, besonders im Verhältniss zu *Astr. infirmum*, dessen Ambulacralbalken viel breiter und stärker ausgebildet sind.

Die Ambulacralbalken ruhen auf einer Reihe von Adambulacraltäfelchen, die sich vollständig geschlossen an einander reihen und nach innen eine feine Zickzacklinie bilden, da jedes Täfelchen an der Innenseite einen ausspringenden Winkel bildet, an dessen Spitze der Ambulacralbalken aufsitzt.

In den Armen legen sich diese Adambulacralplatten direct an die Marginalplatten an, und zwar natürlich an die untere Reihe, was uns freilich bei der Lage des Thieres, das die dorsale Seite nach oben kehrt, nicht sichtbar ist, aber doch als selbstverständlich anzunehmen ist. In der Scheibe sind noch 3—4 rundliche Füllplatten eingeschaltet, die jedoch auch zu einer einzigen seltsam geformten Platte verschmelzen können. Vor dieser Füllplatte liegt dann noch gleichfalls im Interradius die kleine Mundplatte, die mit einem Fortsatz zwischen den ersten Adambulacralbalken in die Mundhöhle hervorragt.

Die Arme, deren Länge zur Grösse der Scheibe im Verhältniss von 3 : 1 steht, spitzen sich nur wenig, aber ungemein gleichmässig zu und werden durch eine ganz abnorm grosse Augenplatte abgeschlossen. Diese ist gleichmässig oval ausgebildet, grösser als die grössten Marginalplatten des Armwinkels, liegt vollständig dorsal mit einem scharfen Einschnitt, der in die ventrale Ambulacralrinne fortsetzt. An diese unpaare Augenplatte legt sich in jedem Arm die doppelte Reihe der dorsalen und ventralen Marginal-

platten an, deren Zahl in jeder Reihe zwischen 17 und 19 schwankt. Die obere Reihe ist gebildet aus viereckigen Asseln mit ziemlich abgerundeter hochgewölbter Oberfläche, die leicht gekörnelt ist. An den unteren Platten ist gleichfalls nur leichte Körnelung zu bemerken, eigentliche Warzen und ihnen entsprechende Stacheln scheinen wenigstens seitlich nicht vorzukommen. Die Unterseite kann leider nicht blossgelegt werden.

Von *Astr. infirmum* unterscheidet sich die vorliegende Art durch die kürzeren und etwas breiteren Arme, kleinere Scheibe und besonders durch die stumpfwinklige Vereinigung der Arme. Unter den jurassischen Arten steht *Astropecten Cotteswoldiae* Wright am nächsten, unterscheidet sich aber durch die schlankeren Arme und durch die viel feinere Täfelung der Dorsalseite.

Vorkommen: Im lithographischen Schiefer des obersten Weissen Jura, nach der Etiquette von Solenhofen, wahrscheinlich aber von Eichstädt stammend. Das Original in der palaeontologischen Staatssammlung in München.

(*Oreaster* Müller und Troschel). *Pentaceros* Gray.

Die meist grossen und mehr oder weniger hochgewölbten Seesterne, welche Müller und Troschel unter dem Namen *Oreaster* zusammenfassen, zeichnen sich vorzugsweise durch die überaus solide Täfelung der Dorsalseite aus. Die Sippenmerkmale werden von den genannten Autoren folgendermaassen festgestellt*:

„Unterseite platt, Rückseite mehr oder weniger bergartig erhaben, die Arme in der Mitte entweder in einen Kiel erhoben, mehr oder weniger dreiseitig, oder doch stark gewölbt. Am Seitenrande zwei Reihen granulirter Platten, der Rand wird jedoch nur von einer dieser Reihen, der oberen, eingenommen, so dass die ventralen Randplatten schon auf der Bauchseite liegen. Der übrige Körper ist mit kleineren oder grösseren Platten besetzt, welche, wie auch die Seitenplatten, etweder blos granulirt sind, oder zugleich Tuberkeln tragen, die mehr oder weniger stachelartig werden. Porenfelder zwischen den Platten des Rückens gekörnt, mit vielen Poren. Pedicellarien fossil, entweder klappenartig oder zangenartig. — After subcentral.“

Sämmtliche lebende Arten sind auf die warmen Zonen beschränkt und vorzugsweise im indischen Ocean heimisch.

Fossile *Oreaster* gehören trotz ihrer leichten Erhaltungsfähigkeit zu den Seltenheiten und sind vorzugsweise in der Kreideformation nachgewiesen. Die genauer bekannten Arten stammen ohne Ausnahme aus England und wurden von Edw. Forbes beschrieben** und abgebildet***.

Im Vergleich zu den lebenden Formen besitzen die fossilen eine nur sehr mässige Grösse, die meisten unterscheiden sich ausserdem durch geringe Höhe, durch abweichende Anordnung der Tafeln im Hauptskelett, und einzelne auch durch verhältnissmässig lange und schmale Arme.

Die ältesten Formen von *Oreaster* beginnen bereits in der Juraformation, in deren oberer Abtheilung unvollständige Ueberreste gar nicht besonders selten sind. Im Weissen Jura der fränkisch-schwäbischen Alb kennt man seit vielen Jahren (vergl. Quenstedt's Jura

* Joh. Müller und F. H. Troschel. System der Asteriden p. 12 u. p. 44.

** Memoirs of the geological Survey of Great Britain and of the Museum of practical geology vol. II, 2, p. 467.

*** E. Forbes in Dixon's Geology and Fossils of Sussex. p. 325.

Tab. 80, Fig. 20, 21, 22) isolirte Tüfelchen, welche, wie weiter unten gezeigt werden soll, dem Genus *Oreaster* oder doch einer sehr nahestehenden, vielleicht ausgestorbenen Seesternsippe angehören.

In der Münchener palaeontologischen Staatssammlung befindet sich seit 18 Jahren ein ausgezeichnetes, trefflich erhaltenes Stück aus dem lithographischen Schiefer, welches geeignet ist, über manche bisher räthselhafte Vorkommnisse im oberen Jura Licht zu verbreiten.

Pentaceros (*Oreaster*) *jurassicus* Zitt. Tab. XXX, Fig. 5 u. 6.

conf. Zittel, Handbuch d. Paläont. I. Band, p. 457, Fig. 327.

Aus dem Lithographischen Schiefer von Bemfeld bei Ingoldstadt.

Äusserer Radius 72 mm.

Innerer Radius 19 mm.

Verhältniss des inneren Radius zum äusseren = 1:3,8.

Zahl der Marginalplatten 21—23.

Breite der Arme an der Basis 16 mm.

Körper sternförmig mit 5 langen Armen. Verhältniss des Scheibenradius zum Armradius wie 1:3½. Oberseite schwach gewölbt, namentlich die Arme flach zusammengedrückt. Arme auf der Dorsalseite aus 3 Reihen Tafeln zusammengesetzt, deren jede mehrere querreihig gestellte, mit ihrer Basis zusammenhängende, stark erhabene Knötchen trägt. Die Knötchen der centralen Reihe sind stärker als die der beiden Seitenreihen. Unterseite der Arme flach mit breiter Ambulacralfurche; eine einzige Reihe mit zerstreuten erhabenen Knötchen versehener Randplatten vorhanden, an welche sich die mit zahlreichen stachelartigen Furchenpapillen besetzten Adambulacralplatten anschliessen. Die Zahl der oberen Armplatten beträgt in jeder der 3 Reihen 23—24.

Scheibe fünfseitig, wenig gewölbt, mit geknoteten Platten besetzt, welche um eine etwas vertietete Centralfläche gruppirt sind, und weder durch Form noch Grösse beträchtlich von den Armplatten abweichen.

Dieses Prachtexemplar aus den ungemein harten lithographischen Platten von Bemfeld bei Ingoldstadt diente schon Herrn Professor v. Zittel in seinem Handbuche als Typus eines fossilen *Pentaceros*, und ist als *Pentaceros jurassicus* Zitt. in einem Holzschnitt, von der Oberseite gesehen, in halber Grösse abgebildet. Das Exemplar ist vollständig frei aus dem Gestein herausgesprungen, und gibt uns so über den Bau der Ober- und Unterseite gleichen Aufschluss.

Bei der ungemeinen Härte des Materials liessen sich leider einige wünschenswerthe Details nicht herauspräpariren, die uns für die Vergleichung mit einzelnen recenten Formen von grossem Interesse gewesen wären.

Die ganze Form von *Pent. jurassicus* macht den Eindruck eines sehr schlanken, beweglichen Thieres, besonders im Vergleich mit den recenten *Pentaceros*-formen, die alle eine viel grössere Scheibe im Verhältniss zu den Armen zeigen und auch immer mehr oder minder starre Arme besitzen.

Dass *Pent. jurassicus* gleich den recenten Formen hoch gewölbt war, ist sicher anzunehmen, obgleich die Scheibe und Arme ziemlich platt erscheinen, was jedoch sicherlich dem Druck der darüber sich häufenden Massen nach dem Absterben des Thieres zuzuschreiben ist.

Die obere dorsale Seite des Thieres war bedeckt mit ziemlich hohen ungemein zahlreichen Höckern, die jedoch nicht wie bei den recenten *Pentaceros* einfache, meist glatte Dornen bilden, sondern abgeplattet sind und eine rauhe, von unregelmässigen Windungen durchzogene Oberfläche haben.

Auf den schlanken Armen sind die Dornen in 3 Reihen angeordnet; die beiden Seitenreihen werden gebildet durch die oberen Marginalplatten, von denen jede einen unregelmässig gestalteten Höcker trägt, diese Seitenreihen gehen auch in die Scheibe über und begrenzen dort die Scheibe in den Armwinkeln. Zwischen diesen Reihen verläuft noch eine dritte Reihe von Dornen, die genau in der Mitte der Arme dort gleichsam den First des Daches, das sich über den Ambulacralbalken hinzieht, bilden. Die Zahl der Dornen in der mittleren Reihe entspricht in den Armen genau der den Marginalplatten, ca. 20 an der Zahl.

Sobald die Marginalia jedoch zur Scheibe auseinandertreten, beginnen auch die mittleren Knoten, die von der Spitze des Armes an successive an Grösse zunehmen, mehr eine unregelmässige Anordnung zu zeigen, indem sie anfangs alternirend die einfache Reihe verdoppeln. Um das Centrum der Scheibe liegen, jedoch sehr verschiedenartig in Grösse und Ausbildung, 5 starke Knoten; auch im Centrum selbst haben wir noch Wülste, die jedenfalls den After umstellten, der jedoch selbst ebensowenig wie die Madreporienplatte zu sehen ist, doch dürfen wir an dem ursprünglichen Vorhandensein beider nicht zweifeln, da der ganze Habitus unbedingt dem des recenten *Pentaceros* gleicht und bei diesem der After stets vorhanden ist.

Auf der Unterseite, die gleichfalls frei aus dem Gestein herausgesprungen ist, haben wir folgende Verhältnisse.

Die Mundöffnung wird bei *Pentaceros* immer dadurch gebildet, dass die 5 ersten Paare von Ambulacralbalken auf ungemein starken, nach dem Centrum der Scheibe hin verlängerten Adambulacralplatten stehen, die nur noch 5 perradiale Schlitze frei lassen, die in der Mitte zusammentreffen; es fallen also die interradianalen Mundplatten, die wir bei *Astropecten* und allen Formen mit grosser Mundöffnung als selbstständige, wenn auch gleichfalls aus Verschmelzung zweier Adambulacralplatten entstanden, unpaare Mundplatten finden, bei *Pentaceros* zusammen mit den directen Trägern der ersten Ambulacralbalken.

Bei dem vorliegenden Exemplar ist leider gerade die Mundscheibe ausgebrochen, doch darf man sicher annehmen, dass sie analog den recenten aufgebaut war. Die Verlängerung der Mundschlitze bilden die Ambulacralrinnen, die bei *Pent. jurassicus* ungemein breit sind gegenüber fast allen recenten Formen, bei denen die Ambulacralrinne nur als sehr schmale Rinne die Arme durchzieht. Die Rinne selbst wird begrenzt durch die 2 Reihen von Adambulacralplatten, die nach der Innenseite der Rinne bedeckt sind mit massenhaften kleinen, jedenfalls beweglichen Kalkstäbchen, die, wie bei den recenten Formen, zum Schutz der Ambulacralrinne dienen.

Ausser dieser bürstenartigen Bekleidung der Ambulacralrinne treten noch, wenn auch nicht so dicht aneinander gedrängt, weitere Anhänge auf, die an der Aussenseite der Adambulacralplatten stehen; diese Füssehen sind nicht nur bedeutend grösser als die inneren, sondern auch vielfach gegliedert und meist wurmförmig gekrümmt. Ob diese Anhänge gleichfalls nur zum Schutze der Ambulacralrinne oder zum Gehen oder Weiterstrudeln der Nahrung nach dem Munde hin dienen, lässt sich schwer entscheiden, möglicherweise traten ja auch alle 3 Functionen zusammen. Diese langen gegliederten Anhänge und die breite Ambulacralrinne, die höchst wahrscheinlich in Correlation zu einander stehen, besonders wenn wir

die Anhänge als Schutzorgane ansehen, sind besonders bezeichnend für *Pent. jurassicus* und verleihen ihm auch einen ganz besonderen Typus gegenüber den recenten *Pentaceros*.

Bei diesen finden wir zwar auch die doppelte Reihe von Anhängen an den Adambulacren, doch tritt die Reihe der kleinen büstenartigen Anhänge ganz in die Rinne zurück und ist doch auf einem eigenen Absatz des Adambulacrums büschelweise aufgesetzt. Die äusseren, gleichfalls bedeutend grösseren Füsschen sind nur als Stacheln ausgebildet und nie gegliedert, sind jedoch gleichfalls sehr beweglich in Folge starker Muskeln, die an ihren Fuss herantreten.

An diese mit so reichen Anhängen versehene Adambulacralplatten schliessen sich in den Armen direct, in der Scheibe nach Einlagerung von einigen Scheibenplatten, die unteren Marginalia an. Diese Marginalplatten, sowie die Zwischenplatten der Scheibe zeigen alle eine sehr rauhe höckerige Oberfläche und waren wahrscheinlich mit starken Kalkanhängen bedeckt.

Die breite Ambulacralrinne geht beinahe in gleicher Breite durch den ganzen Arm bis an das stumpfe Ende, wo sie sich plötzlich verengt und durch eine kleine Augenplatte abgeschlossen wird, die jedoch schon dorsal liegt und dort gleichsam den Anfang der mittleren Dornenreihe bildet.

Die Vergleichung von *Pentaceros jurassicus* mit den recenten Formen kann natürlich nur eine oberflächliche, auf den äusseren Habitus begründete sein, doch ist dieser so typisch, dass wir keinen Anstand nehmen dürfen, diese jurassische Form zu *Pentaceros* zu stellen. Das Auftreten von 3 Knotenreihen auf der dorsalen Seite kommt auch recent häufig vor, nur das Verhältniss der Arme zur Scheibe ist schlanker als bei irgend welcher recenten Form.

Ebenso stört etwas die ungemein breite Ambulacralrinne, die jedoch auch noch durch die Quetschung in der Schichte noch etwas erweitert sein kann, doch sie kommt auch bei dem recenten *Pentaceros Franklinii* Gray vor, wie überhaupt diese Form sich auch durch seine schlanke Gestalt am meisten mit *Pentaceros jurassicus* vergleichen lässt. Ehe ich zur Vergleichung mit weiteren jurassischen Formen komme, muss ich zunächst noch auf ein anderes neues Vorkommniss aus dem Jura eingehen.

Vorkommen von *Pentaceros jurassicus*: sehr selten im lithographischen Schiefer von Bemfeld bei Ingolstadt.

Original in der palaeontologischen Staatssammlung in München.

Pentaceros (Oreaster) pustuliferus Eb. Fraas Tab. XXX, Fig. 7—16.

Lithographischer Schiefer von Kelheim. Bayern.

Auf einer sehr weichen, feinkörnigen Platte des lithographischen Schiefers von Kelheim fanden sich eine grosse Menge sehr gut erhaltener Skelettheile einer Asterie. Die Kalkstückchen sind alle wirr durcheinander gelagert, so dass von der ganzen äusseren Form des Seesterns nichts mehr zu erkennen ist. Doch konnte der grösste Theil der Skeletstücke lose herausgearbeitet werden, die alle so vorzüglich erhalten sind, dass es keine zu grosse Schwierigkeiten macht, ihre ehemalige Stellung im ganzen Skelet zu ermitteln und dieses selbst wieder in die Stellung der Unterfamilien der Asterien einzureihen.

Gegen 40 Ambulacralbalken, beinahe ebenso viele Adambulacralia, 10 Marginalia und eine Menge kleiner Kalkplättchen, die zu den Zwischenplatten und Deckplatten gehören, konnten frei aus dem Gestein isolirt werden. Wir haben es diesen Zahlen nach mit stark der Hälfte eines Armes zu thun, und

zwar den Grössenunterschieden der Ambulacralbalken nach mit der äusseren, der Scheibe abgewandten Hälfte. Man kann dies daraus schliessen, wenn man sieht, dass bei *Pentaceros tuberculatus*, der eine ähnliche Form und Stärke der Ambulacra besitzt, circa 80 einzelne (40 Paare) Ambulacralbalken und 34 untere Marginalia (17 auf jeder Seite des Armes) auf einen vollständigen Arm kommen.

Wie ich schon oben nachgewiesen, gibt es für die sichere Bestimmung einer Asterien-Gattung nichts Typischeres, als die Ambulacralbalken, und sind wir deshalb auch bei dieser Species aus dem Jura nicht in Verlegenheit. Die Ambulacralbalken sind im Allgemeinen klein, von 2—4 mm Grösse, dagegen ziemlich breit, 1—2 mm, so dass sie eine sehr gedrungene Form bilden, die sofort alle schlanken Asterienformen ausschliesst, welche sich insgesamt durch zarte, sehr schlanke und stabartige Ambulacra auszeichnen. *Astropecten* mit einer allerdings gleichfalls gedrungenen Form ist auch ausgeschlossen, denn alle die typischen Merkmale, die starken Fortsätze nach hinten auf der Unterseite, die beiden Falten auf der Seite, welche die Ambulacra von *Astropecten* so leicht kenntlich machen, fehlen bei unserer jurassischen Form.

Schon die kurze gedrungene und verhältnissmässig wenig differenzierte Form leitet uns zu *Pentaceros* und ein Vergleich mit den recenten Formen ergibt sofort die grosse Analogie.

Zunächst haben wir oben, und zwar auf der Innenseite, die Ansatzstelle zu suchen, mit der die beiden Ambulacralbalken an einander stossen; diese Stelle ist rauh und mit zahnartigen Kerben versehen, die in die Zahnvertiefungen des gegenüberstehenden Balkens eingriffen und so einen festeren Verband beider ermöglichen. Von dieser Stelle aus verläuft nach hinten, d. h. dem Centrum der Scheibe zu, ein kleiner Fortsatz, lange nicht so stark, wie bei *Astropecten*, welcher zum Ansatz von sehr starken Muskeln dient, die die Verbindung der Balken mit den vorstehenden herstellen. An der Basis des Balkens haben wir vorn und hinten (den Ambulacralbalken in seine natürliche Lage gestellt) breite, Gelenkpfannen-artige Flächen, die nicht, wie man annehmen sollte, auf Gelenkflächen der Adambulacralia articuliren, sondern nur zum Ansatz starker Muskeln dienen, die die Ambulacralbalken mit den Adambulacralen und der Unterseite des Armes verbinden und zugleich eine zweite Verbindung der Balken unter sich herstellen. Der Balken selbst ist, wie ich schon erwähnt, sehr kurz und die gedrungene Gestalt wird noch dadurch erhöht, dass der Winkel des stark gekrümmten Balkens von einer dünnen Kalkmembrane erfüllt ist. Vergleichen wir diese Verhältnisse mit den recenten *Pentaceros*, so finden wir eine fast vollständige Analogie, nur dass die die beiden Fortsätze verbindende Kalkmembrane fehlt und dadurch die ganze Gestalt etwas weniger gedrunge erscheint.

Die Adambulacralia sind wie beim recenten *Pentaceros* relativ recht gross, 1—1,5 mm, und lassen sich auf der Kante lie und da noch die beiden kleinen gelenkartigen Ansatzstellen des Ambulacralbalkens beobachten. Auf der nach vorn gerichteten Seite verläuft ein zarter Grat quer über die Platte, der höchst wahrscheinlich zum Ansätze starker Muskeln gedient hat.

Die Marginalplatten sind ungemein charakteristisch und haben Veranlassung zu dem Namen *pustuliferus* gegeben. Die Platten sind sämtlich gleichmässig in Form und Ornamentik und glaube ich sicher, dass wir es ausschliesslich mit unteren Marginalplatten zu thun haben. Die Innenseite zeigt 2 Flächen, die nahezu rechtwinklig zu einander stehen, von diesen ist die eine glatt und war jedenfalls die Ansatzstelle der oberen Marginalplatte, ist also nach oben zu stellen; die andere, die nun gegen die Adambulacralia gerichtet ist, ist uneben und von nicht constanter Form; an sie legten sich die kleineren Zwischenplatten, die ja immer ganz regellos gestaltet sind, an. Die nach aussen gerichtete

Seite zeigt eine sehr charakteristische Ornamentirung in Form von 2 sehr starken, vielfach gefalteten Wülsten, die zum Theil den Eindruck einer doppelten Reihe von Knoten machen. Auf der nach der Abulacralrinne gerichteten Seite sind die Wülste am stärksten und bilden hier ein Gekröse-artiges Gewirr, aus dem die beiden Reihen herauslaufen, die nach der gegen die obere Marginalplatte gerichteten Seite hin an Stärke allmählig abnehmen. Die weiteren Kalkplättchen sind klein, unregelmässig geformt und sind jedenfalls als Zwischenplättchen der unteren, vielleicht auch der oberen Seite anzusehen, jedenfalls aber ohne weiteres Interesse.

Fassen wir Alles zusammen, so haben wir in *Pentaceros pustuliferus* einen neuen typischen Repräsentanten der jurassischen *Pentaceros*-Arten, der den erhaltenen Skeletttheilen nach von mittlerer Grösse war, sich an die recenten Formen wenigstens im Ambulacralskelet eng anschliesst, der sich jedoch durch die starke Ornamentirung der unteren Marginalia wesentlich von allen recenten Formen unterscheidet und gerade damit aber dem *Pentac. jurassicus* Zitt. wieder sehr nahe kommt, der sich gleichfalls durch die rauhe und höckerige Oberfläche der Unterseite auszeichnet.

***Pentaceros (Oreaster) primaevus* Zitt. Tab. XXX, Fig. 17—33.**

Zittel, Handbuch d. Paläont. I. Band, pag. 457, Fig. 237.

Asterias impressae Qu. Centralplatten. Petrefactenkunde IV. Band, pag. 35, Tab. 91, Fig. 55—59.

Asterias spongiosa p. p. Qu. ib. pag. 41, Tab. 91, Fig. 85—128.

Asterias jurensis p. p. Gldfs. Petr. Germ. pag. 210, Tab. 63, Fig. 6 f—h.

Durch den ganzen Weissen Jura durchlaufend, finden sich vereinzelt hohe, stark granulirte Platten, die in ihrer systematischen Stellung meist schwankend und unrichtig behandelt wurden.

Goldfuss hält sie für Tafeln der Bauchseite von *Asterias jurensis*, worunter er alle die Marginalplatten von *Astropecten* und *Goniaster* des Braunen und Weissen Jura zusammenfasst.

Quenstedt combinirt diese Platten gleichfalls mit den Marginalplatten seiner *Asterias impressae* und *Ast. spongiosa*. Er erklärt sie für Scheibenplatten und Centralplatten, indem er annimmt, dass sie auf der dorsalen Seite den After, wenn ein solcher vorhanden, umstellten, oder in der Mitte der Arme verlaufend, sozusagen den First des über die Ambulacralen laufenden Daches bildeten. Wie die zusammenhängenden Armstücke von *Ast. impressae* und die ganze Beschaffenheit der Platten deutlich zeigen, gehören die Marginalplatten von *Ast. impressae* und ebenso die von *Ast. spongiosa* zu *Goniaster* und *Astropecten*, und ist dies ja auch allgemein angenommen.

Es ist nun keine einzige Form von *Astropecten* und *Goniaster* bekannt, die irgendwie Deckplatten auf der dorsalen Seite entwickelt hat, vielmehr ist stets die dorsale Seite von einer Haut überspannt, die von der einen Marginalplatte zur andern reicht; diese Haut ist ganz mit Paxillen besetzt und enthält nur ungemein zarte Kalkplättchen, oder etwas stärkere Platten, die ein geschlossenes Pflaster bilden wie bei *Goniaster*. Dasselbe ist nur in ganz seltenen Fällen, wie bei *Astropecten infirmum* und *elegans* Eb. Fr., erhalten.

Mit *Astropecten* und *Goniaster* haben also diese grossen vieleckigen Platten nichts gemein und dürfen nicht, wie bei Quenstedt, mit den Marginalplatten von *Ast. impressae* und *spongiosa* combinirt werden; vielmehr haben wir es hier mit einem ganz anderen Genus zu thun, das sich an die recenten *Oreaster* oder *Pentaceros* sehr nahe anschliesst und dem ich es auch direct unterordnen möchte.

Von *Pentaceros primaevus*, unter dem ich alle die sog. Central- und Scheibenplatten Quenstedt's aus dem Weissen Jura zusammenfasse, sind auch in der Münchener Sammlung so viele und gute Reste, allerdings immer nur als isolirte Kalkplatten, vorhanden, dass es zusammen mit den Quenstedt'schen Abbildungen nicht allzu schwierig wird, sich ein Totalbild der Asterie zu verschaffen.

Das Hauptcharacteristicum von *Pent. primaevus*, an dem wir auch die formlosen Zwischenplatten immer wieder erkennen, ist die ungemein starke Granulirung der Oberfläche, die weder bei recenten, noch bei anderen fossilen Formen ihres Gleichen findet. Offenbar war die ganze Oberfläche der Asterie dicht mit verhältnissmässig starken Kalkkörnern besetzt, die nun auf den darunter liegenden Kalkplatten eine ungemein starke Punktirung hinterliessen, aber natürlich immer nur an den Stellen, wo die Kalkplatte direct an die Oberfläche trat, während die in der offenbar sehr stark entwickelten muskulösen Verbindungssubstanz eingebetteten Theile der Kalkplatte eine glatte Oberfläche zeigen.

Was uns von *Pent. primaevus* erhalten ist, sind im Allgemeinen fast immer die Deckplatten des ungemein stark entwickelten Daches, das sich über den Ambulacralbalken wölbte. Analog dem Baue der recenten *Pentaceros* wurde der First des Daches gebildet von den grössten Kalkplatten, die uns in grossen polygonalen Platten entgegneten, den Quenstedt'schen Centralplatten von *Ast. impressae*.

In den Armen sind diese Gebilde immer am regelmässigsten, es sind dann meist gleichmässig sechsseitige, ungemein hohe Platten, die mit nur wenig gewölbter Oberfläche aus der organischen Substanz herausragten und dann die charakteristische Granulirung zeigen. An den Seiten verlaufen 6 starke Leisten, die den sechsseitigen Typus noch erhöhen; wie Quenstedt ganz richtig bemerkt, sind diese Leisten nicht als Gelenkflächen mit den nächsten Platten, sondern als Ansatzstellen der muskulösen Substanz anzusehen. Diese grossen Platten verliefen auf den Armen als eine gleichmässige, gegen die Scheibe allmählich anschwellende Reihe, sobald jedoch die Arme sich zur Scheibe erweitern, wird auch die Reihe der Deckplatten gestört und finden wir dort jene in die Länge gezogenen, aber noch nach demselben Typus gebauten Platten. Analog dem *Pentaceros jurassicus* Zitt. und den meisten recenten Formen, löst sich die Reihe auf, indem die Asseln anfangs alternirend auseinander treten. Die grossen, gleichfalls nach demselben Typus geformten Platten, die aber eine hochgewölbte Oberfläche haben, möchte ich in das Centrum der Scheibe, den After umstellend, versetzen. Ebenso sind die grossen, regellos gestalteten Kalkkörper, die oft nur einen ganz kleinen Fleck mit der typischen Granulation zeigen, in die Scheibe als Füllplatten zu stellen.

Ausser diesen charakteristischen Platten der Hauptreihe nahmen nun noch eine grosse Menge anderer Kalkkörper an dem Aufbau des Daches über Arm und Scheibe Theil. Diese Kalktafeln sind schon bei allen recenten Formen so regellos und ohne alle deutlichen Characteristica, dass es uns unmöglich wäre, 2 sogar sehr verschiedene Formen von *Pentaceros* diesen Deckplatten nach zu unterscheiden, oder die Stellung der einzelnen Platten im ganzen Skelet mit Sicherheit nachzuweisen. Ebenso geht es uns auch bei dem fossilen *Pent. primaevus*, von dem auch Quenstedt (Petr. T. 91, Fig. 107—116) einige derartige Deckplatten abbildet und von denen mir gleichfalls eine grosse Menge vorliegt. Es sind dies wie schon gesagt, vollständig regellos geformte Kalkkörper, oft lang gestreckt mit geringen Ansatzstellen für die Muskeln, dann wieder mehr rundliche oder polygonale, kurz ohne alle bestimmte Form. Typisch für *Pentaceros* sind besonders die nach 4 Seiten verlängerten Platten, wie sie auch in der Hauptmasse der Deckplatten von recenten *Pentaceros* gefunden werden. So formlos diese

Zwischenplatten sind, und so unmöglich es uns auch ist, genau ihre Stellung im Skelet zu bestimmen, so sicher sind doch diese Platten als zu *Pent. primaevus* gehörig zu erkennen. Es fehlt nämlich fast keinem dieser Kalkkörper, die im Allgemeinen ganz glatt sind, eine kleine Stelle, mit der er an der eigentlichen Oberfläche Theil nahm, und da finden wir dann sofort jene typische Granulirung, die von den die ganze Oberfläche bedeckenden Kalkkörpern herrührt und die auch der Oberfläche der mittleren grossen Deckplatten ein so charakteristisches Aussehen geben.

Die Marginalplatten sind wie auch bei einzelnen recenten Formen verhältnissmässig sehr klein, aber von ganz typischer Gestalt. Ihre Form bildet nämlich, von ihrer gerundeten Aussenfläche abgesehen, ein Rhomboëder, und auch der Querschnitt zeigt immer einen Rhombus. Auf der stark gewölbten, etwa einen abgerundeten rechten Winkel bildenden Oberfläche erkennen wir die starke Granulirung, die uns die Angehörigkeit dieser Platten zu *Pent. primaevus* sichert.

Die seitlichen Flächen sind glatt und bilden die sog. Gelenkfläche gegen die nächste Marginalplatte. Die Platten selbst sind schmal und zierlich und was das Interessante ist, sie waren, wie ihre ganze Form mit Sicherheit schliessen lässt, schief gegen die Längsaxe des Armes gestellt und nicht, wie die aller recenten und, so viel ich weiss, auch aller bekannten fossilen Formen, rechtwinklig auf die Längsaxe. Zwischen oberen und unteren Marginalplatten zu unterscheiden halte ich für sehr gewagt; möglicher Weise waren die weniger schief gestellten Marginalia die oberen, doch ist kein sicherer Anhaltspunkt gegeben.

Die schiefe Stellung der Platten pflanzt sich auch auf die untere (ventrale) Seite fort. Die ziemlich kleinen Zwischenplatten zwischen der Ambulacralrinne und den Marginalplatten bilden gleichfalls wieder sehr schiefe Rhomboëder mit einer einzigen granulirten Fläche, die uns die Stellung der Platte im ganzen Skelett sichert. Während die grossen Füllplatten auf der dorsalen Seite immer nur einen ganz kleinen Fleck mit der Granulirung haben, bedeckt dieselbe bei den ventralen Zwischenplatten eine ganze Fläche der Platte; auf der dorsalen Seite war also die organische Substanz viel stärker entwickelt, und waren in ihr die Kalkkörper eingebettet, die nur ganz wenig an der directen Oberfläche Theil nahmen; auf der ventralen Seite dagegen legte sich Platte an Platte und zwar schief gestellt, so dass wir eine schuppenartige Bedeckung bekommen, bei der die organische Masse nur mehr wenig an der Oberflächenbildung Theil nahm.

Die Reihe der Marginalplatten wurde abgeschlossen durch eine grosse unpaare Augentafel, die genau mit der von Quenstedt (Petr. T. 91, Fig. 118) als *Ast. spongiosa* abgebildeten übereinstimmt. Die granulirte Oberfläche zeigt, nach vorn gerückt, aber symmetrisch in der Mitte liegend, ein glattes rundes Grübchen, in dessen Mitte ein kleiner erhabener Punkt liegt, und dürfen wir wohl annehmen, dass dies die Mündungsstelle der Nerven mit dem Augenpunkt war. Die untere nicht granulirte Seite wird von 3 Flächen gebildet, einer mittleren mässig breiten, die nach dem Augenpunkt hin geknickt und von da ab vertieft ist, so dass wir in diesem letzten Theil den Ausläufer der Ambulacralrinne zu sehen haben. An diese mittlere Fläche legen sich symmetrisch 2 grössere Flächen an, die als Ansatzstellen der Marginalplatten zu betrachten sind. Diese Form der Augenplatte stimmt ganz mit den recenten *Pentaceros* überein, während sie sich von den Augentafeln der *Astropecten* ungemein unterscheidet, die gleichsam aus zwei gewölbten Klappen bestehen, die in der Mitte auf der Unterseite einen tiefen Einschnitt bilden.

Von dem Ambulacralskelett liegt mir zunächst eine Reihe von Adambulacraltafeln vor, die auch Quenstedt (Petr. Tab. 91, Fig. 127—129) schon abbildet und ganz richtig deutet. Es sind relativ grosse, viereckige Säulchen, die auf ihrer oberen Fläche die Gelenkflächen für die Ambulacralbalken und die zugehörigen Muskelansätze tragen, so dass die ganze Oberfläche immer 4—5 Höcker trägt. Der untere Theil des Säulchens ist durch eine gewölbte Fläche quer zugeschlärft. Auf dieser Fläche erkennen wir sofort die für *Pent. primaevus* charakteristische Granulirung und können sicher daraus schliessen, dass die grossen Adambulacralia zugleich auch an der Oberfläche der Unterseite Theil nahmen. Von den Ambulacralbalken bildet Quenstedt (l. c. Tab. 91, Fig. 125) einen ab, den er zu *Ast. spongiosa* rechnet, und mir selbst liegen einige vorzüglich erhaltene Exemplare aus der Münchener und Stuttgarter Sammlung vor. Das ganze Gepräge dieses Ambulacralbalken, das Fehlen der mittleren Querleiste und die kurze gedrungene Form erinnern sofort an *Pentaceros*, und glaube ich ganz sicher zu gehen, wenn ich diese Ambulacralbalken zu *Pentac. primaevus* rechne. Daneben bildet Quenstedt (l. c. Tab. 91, Fig. 126) einen zweiten Ambulacralbalken ab, den er gleichfalls zu *Ast. spongiosa* rechnet, der aber mit den anderen gar nichts gemein hat und der den *Astropecten*-Typus mit breiter mittlerer Querfalte trägt. Dieser wäre also eher mit den grossen Marginalplatten des Quenstedt'schen *Ast. jurensis* in Verbindung zu stellen.

Aus allen diesen verschiedenen Theilen, die wir von *Pent. primaevus* kennen, wird es uns nicht zu schwer, uns auch ein Gesamtbild des ganzen Seesterns zu entwerfen. Wir haben es mit einer *Pentaceros*-form zu thun, die auf der Unterseite eine tiefe Ambulacralrinne trug, dafür sprechen die hohen Adambulacralia. Dieser tiefen Ambulacralrinne musste aber auch eine hoch gewölbte dorsale Decke entsprechen, in deren Mitte in jedem Arm die Reihe der grossen Platten verlief, während rechts und links die Füll- oder Deckplatten nur wenig an die Oberfläche traten, die Marginalplatten klein und im Gegensatz zu allen anderen Formen schief gestellt; Ebenso war die Unterseite mit schiefgestellten Platten schuppenartig bedeckt. Tuberkeln oder Stacheln fehlen auf der ganzen Oberfläche; dagegen ist sie ganz von starken Kalkkörnchen bedeckt gewesen, die das Hauptcharacteristicum, die ungemein starke Granulirung, lieferten.

Um die Nomenclatur mit den Quenstedt'schen Namen *Asterias spongiosa* und *impressae* in das Reine zu bringen, schlage ich vor, die Namen *Asterias spongiosa*, *impressae* und *jurensis* auf *Astropecten* und *Goniaster* zu beschränken und als *Goniaster impressae* Qu. die grossen Marginalia und Armstücke aus dem Weissen Jura α , als *Astropecten spongiosum* Qu. die Marginalplatten aus den Spongienkalken des Weissen Jura β und γ zu bezeichnen; ob diese zu *Goniaster* zu stellen sind, kann erst durch Funde von grösseren zusammenhängenden Stücken constatirt werden. Die grossen Asseln aus den höheren Horizonten, dem Weissen Jura ϵ und ζ würden dann als *Astropecten jurensis* Goldf. zu bestimmen sein.

Alle die Platten jedoch, die von Quenstedt als Centralplatten und Scheibenplatten, sowie die typischen Adambulacralia und schiefen Marginalia, sind zu *Pentaceros primaevus* Zitt. zu rechnen.

Zum Schluss komme ich noch auf eine Reihe von mehr oder minder problematischen Formen, die besonders im oberen weissen Jura ihre Verbreitung haben und die Quenstedt in seiner Petrefactenkunde auf das Eingehendste beschrieben hat. Ich muss gleich zum Voraus bemerken, dass meine Unter-

suchungen hierüber bis jetzt noch zu keinem bestimmten Resultat geführt haben und dass ich hier nur der Vollständigkeit halber diese Formen aufzähle mit einigen daran gemachten Beobachtungen.

Asterias digitata Qu. Taf. XXX Fig. 34.

Asterias digitata sind Kalkplättchen von unbestimmter Gestalt mit fingerförmigen Fortsätzen, die jedenfalls als die in der dorsalen Decke eines *Pentaceros* steckenden Kalkkörper anzusehen sind. An der Stelle, mit der sie an der directen Oberflächenbildung Theil nahmen, zeigen sie feine Granulirung, wodurch sie sich sehr leicht und gut von den Deckplatten von *Pent. primaevus* Zitt. unterscheiden lassen.

Im Dünnschliff zeigen sie regellos angeordnete Echinodermen-Structur und im Innern des Kalkkörpers ein verkieseltes Kreuz, das den Fortsätzen auf den Seiten entspricht. Es ist wohl am ehesten anzunehmen, dass dies nur ein von innen nach aussen greifender Silificationsprozess ist, der mit keiner Umlagerung der Structur in Zusammenhang steht, interessant bleibt aber immer, dass die Grenzen der verkieselten Masse gegen die verkalkte sehr scharf sind.

Sphaeraster Qu. und **Sphaerites** Qu.

Diese von Quenstedt beschriebenen Formen bilden eine für sich abgeschlossene, aber in ihrer zoologischen Stellung sehr schwierig zu deutende Gruppe.

Beginnen wir mit

Sphaerites scutatus Goldf., so ist schon durch Quenstedt an einer Reihe von Exemplaren nachgewiesen worden, dass wir es mit einer ächten Asterie zu thun haben, die der recenten *Nidorellia* Gray am nächsten zu stellen ist. Die Oberseite war durch grosse mit Stacheln versehene Platten bedeckt, die Unterseite mit kleinen, vielfach ausgefranzten Scheibchen. Ambulacralia und Adambulacralia sind im Zusammenhang mit den Tafeln gefunden und dem Ambulacralbalken nach ist die Verwandtschaft mit *Pentaceros* sicher gestellt. Die Stacheln (Tab. XXX, Fig. 36) waren ihrer Structur nach nur wenig beweglich, wie bei der recenten *Nidorellia armata* Gray; die Structur der Platten ist eine ungemein grobmaschige, ohne Orientirung angeordnete, was gleichfalls für einfache Deckplatten spricht. Anstatt der ächten Granulirung finden wir nur noch einzelne ohne Gesetzmässigkeit angeordnete Grübchen.

Von den ächten Tafeln von *Sphaerites scutatus*, zu denen von

Sphaerites tabulatus Qu. und *Sphaerites annulosus* Qu.

haben wir eine Reihe von Uebergängen, d. h. von Tafeln, deren Zugehörigkeit zu dem einen oder andern sehr fraglich ist. Die stark ausgefranzten Ränder der Tafeln bei *Sph. scutatus* zeigen jetzt nur noch eine starke verticale Riefung; die Stacheln fehlen, die Grübchen sind auf den Platten von *Sph. tabulatus* in geringer Anzahl, aber sehr stark ausgebildet, bei *Sph. annulosus* bedecken sie, wenn auch weit gestellt, die ganze Platte. Die Mikrostructur ist dieselbe wie bei *Sph. scutatus*. Legen wir ein Gewicht auf die äussere Ornamentirung, wie wir es bei Asterien doch immer thun müssen, so führt uns *Sph. annulosus* unmittelbar auf die langgestreckten Asseln von

Asterias pustulata Qu.

Dièse stimmen in ihrer Granulirung vollständig mit *Sph. annulosus* überein, ihrer Form nach

erinnern sie aber am meisten an Marginalia. Unerklärt bleibt immer die Bedeutung der starken Runzeln auf dem einen Ende der Platte; auf dem den Runzeln entgegengesetzten Ende und häufig auch auf beiden Seiten finden sich glatte Flächen. Ueber die Mikrostructur lässt sich Nichts sagen, da ich bis jetzt nur verkieselte Exemplare vorgefunden habe. Die typischen Platten von *Ast. pustulatus* sind lang gestreckt, doch kommen auch sehr kurze, fast quadratische Asseln vor.

Asterias stellifera Goldf. nimmt eine ganz gleiche Stellung ein wie *Ast. pustulata*, nur dass wir auf der Oberseite eine von einem Punkt ausstrahlende Riefung haben, auf der Unterseite dagegen zwei oder mehr glatte Gelenkflächen. Leider auch nur verkieselt erhalten.

Sphaerites punctatus Qu. und *Sphaeraster juvenis* Qu. sind jedenfalls sehr nahe verwandt und schliessen sich auch nahe an die Tafeln von *Sph. tabulatus* an. Die Granulirung fehlt nahezu ganz, ebenso jede Spur von Stacheln; die Ränder sind fast ganz glatt, doch zeigt die Mikrostructur deutlich, dass die ursprüngliche Anlage offenbar eine zackige war (Tab. XXX, Fig. 35); von der Peripherie her verlaufen nämlich radial angeordnete Streifen von festerer Kalkmasse, d. h. von enger gestellten Maschen nach dem Centrum der Tafel. Diese Umlagerung der Structur rührt von Muskeln her, die am Rande der Assel ansetzten, um die einzelnen Platten mit einander fest zu verbinden, und auf ganz demselben Princip beruht auch die Ausbildung von Zacken an den Rändern von *Sph. scutatus*.

Schwierig zu verstehen bleibt immer das grosse Stück der Tübinger Sammlung (Qu. Petr. IV. Tab. 91, Fig. 55), bei dem 21 Tafeln im Zusammenhang erhalten sind, mit einer runden Oeffnung und einem dreikantigen porösen Plättchen, beide im Winkel von drei zusammenstossenden Platten gelegen. Diese Theile lassen sich wohl als After und Madreporenplatte deuten, denn einen After dürfen wir für die *Pentaceros*-ähnlichen Formen wohl annehmen. Unerklärt bleiben dabei nur die drei von den Oeffnungen ausstrahlenden dreiseitigen Erhöhungen auf den Asseln, denen, wie ein Präparat zeigt, ebensolche Hohlräume im Innern der Tafel entsprechen. Die Mikrostructur aller dieser Platten ist eine nicht orientirte grobmaschige, abgesehen von den von der Peripherie her verlaufenden Umlagerungen durch die Muskelansätze.

Um den sicheren Ueberblick über die Zusammengehörigkeit einzelner bis jetzt noch getrennter Formen in dieser schwierigen Ordnung der *Sphaeraster* zu bekommen und überhaupt deren Stellung festzustellen, müssen wir noch neue Funde abwarten, die uns Aufschluss verschaffen können.

Tafel-Erklärung.

Tafel XXIX.

Fig. 1. Erste Anlage der Kalktheile mit nicht orientirter Structur. Aus dem Kelch eines jungen *Antedon rosaceus* (pag. 230). $\times 450$.

Fig. 2. Zusammentreten von Muskelfibrillen mit den ersten Anlagerungen von Kalkplättchen. Aus dem Stiel eines jungen *Antedon rosaceus* (pag. 230). $\times 450$.

Fig. 3. Aufbau der Maschen in den Kalkkörpern der Echinodermen (pag. 233). Schematisch $\times 600$.

Fig. 4. Entkalkter Kalkkörper (Ambulacralbalken von *Oreaster hiulcus*). Das in Maschen angeordnete fibrilläre Bindegewebe zieht sich vom Rande der Kalkkörper ohne Unterbrechung in diesen hinein; in den Kreuzungspunkten der Maschen verlaufen die Blutcanäle (pag. 233). $\times 600$.

Fig. 5. Querschliff durch einen Ambulacralbalken von *Astropecten aurantiacus*; vollständig regellos angeordnete Structur (pag. 235). $\times 45$.

Fig. 6. Flächenschliff durch die Assel eines *Astropecten* aus dem oberen braunen Jura vom Nipf bei Bopfingen. Die Maschen sind noch nicht bestimmt orientirt, zeigen aber alle eine mehr regelmässige Form, wodurch das ganze Structurbild ein gleichmässig geordnetes wird (pag. 235). $\times 45$.

Fig. 7 und 8. Quer- und Längsschliff durch den Hautstachel von *Nidorellia Michelini* Gray. Die Structur zeigt eine Annäherung an die longitudinale und radiale Orientirung der Maschen (pag. 235). $\times 45$.

Fig. 9. Querschliff durch den Stachel von *Phyllacanthus baculosus*; vollständig radial und longitudinal orientirte Structur (pag. 235). $\times 45$.

Fig. 10 und 11. Quer- und Längsschliff durch den seitlichen Bauchstachel von *Astropecten bispinosus*. Die longitudinale Axe zeigt eine excentrische Lage, der sich auch die Anlagerung der Maschen anschliesst (pag. 236). $\times 45$.

Fig. 12. Längsschliff durch das Stielglied eines *Millericrinus* aus dem alpinen Lias vom Kammerkaar bei Waidring. Die durch Muskelansatz longitudinal orientirte Structur in Verbindung mit dem regellos angeordneten Netzwerk. In der Mitte verläuft der Centralcanal (pag. 236). $\times 45$.

Fig. 13 und 14. Stachel und Stachelwarze von *Sphaerechinus esculentus*; Fig. 13 zeigt die Kalksubstanz und die Anordnung ihrer Structur; Fig. 14 ist ein Schnitt durch ein entkalktes Präparat in derselben Richtung geführt wie Fig. 13, so dass sich die beiden Präparate ergänzen. Die Präparate zeigen sehr schön die durch den starken Muskelstrang hervorgerufene Umlagerung der Structur (pag. 237) $\times 45$.

Fig. 1—16 unten.

Zusammenstellung der Ambulacralbalken von verschiedenen Asterien. Der Wirbel links zeigt die der Spitze des Armes zugekehrte Seite, der rechts stehende die der Scheibe zugekehrte Seite. Die Buchstaben bezeichnen die Fortsätze und Flächen zum Ansatz von Muskeln.

Fig. 1. *Asteracanthion glacialis* ($\times 2$).

Fig. 2 und 3. *Asteracanthion rubens* ($\times 2$).

Fig. 4. *Solaster endeca* ($\times 2$).

Fig. 5. *Solaster papposus* ($\times 2$).

Fig. 6. *Scytaster* ($\times 2$).

Fig. 7. *Asteriscus palmipes* ($\times 2$).

Fig. 8. *Asteriscus vermiculatus* ($\times 2$).

Fig. 9. *Oreaster (Pentaceros) tuberculatus* ($\times 1$).

Fig. 10. *Oreaster hiulcus* ($\times 2$),

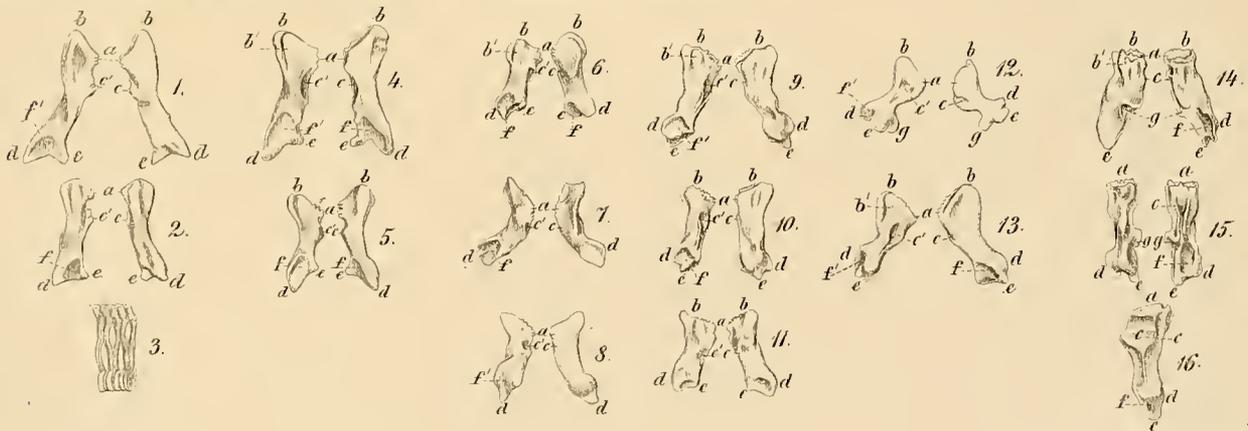
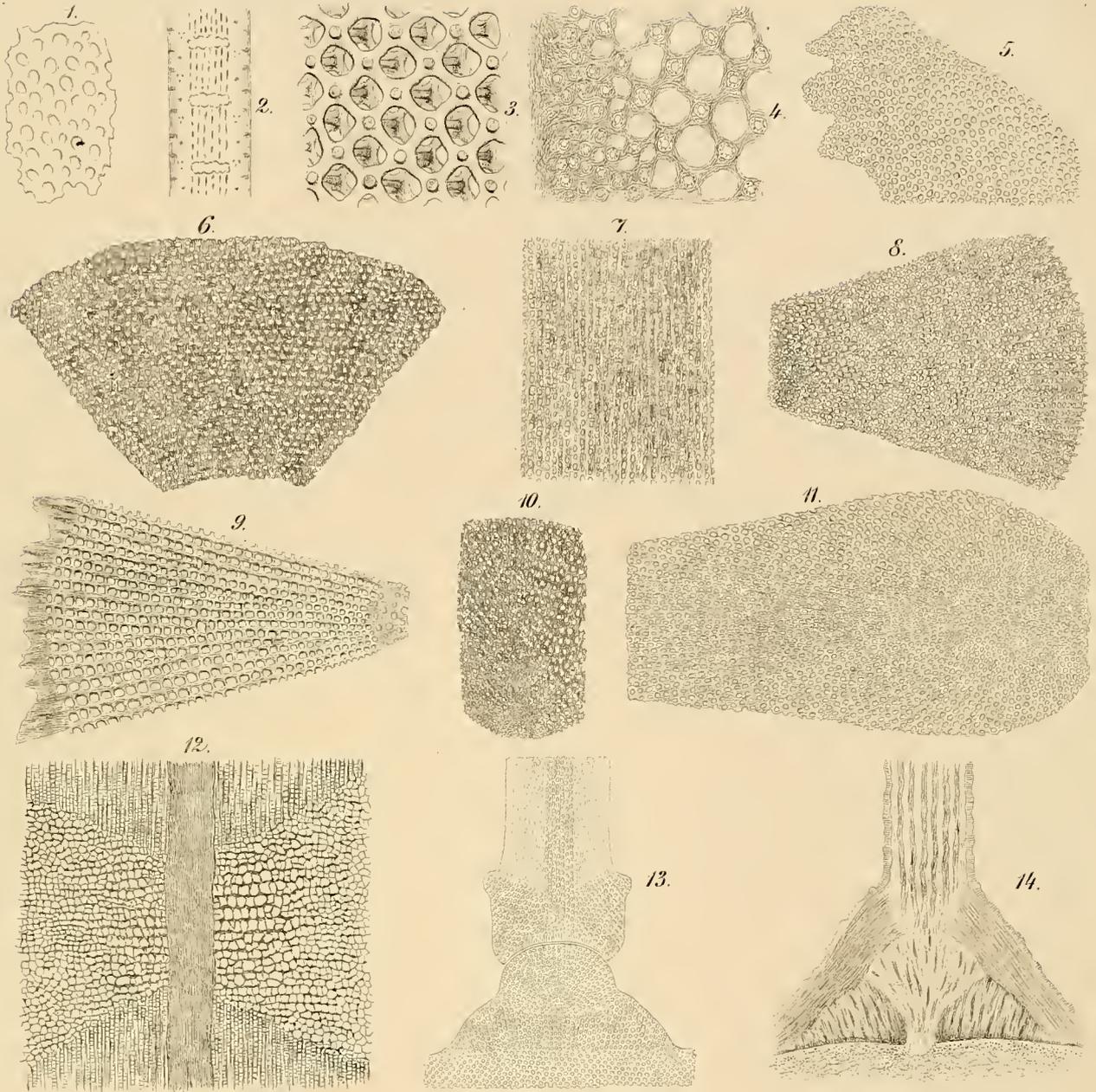
Fig. 11. *Oreaster pustuliferus* (fossil) ($\times 2$).

Fig. 12. *Stellaster Childreni* ($\times 5$).

Fig. 13. *Asteropsis carinifera* ($\times 2$).

Fig. 14 und 15. *Astropecten aurantiacus* ($\times 1$).

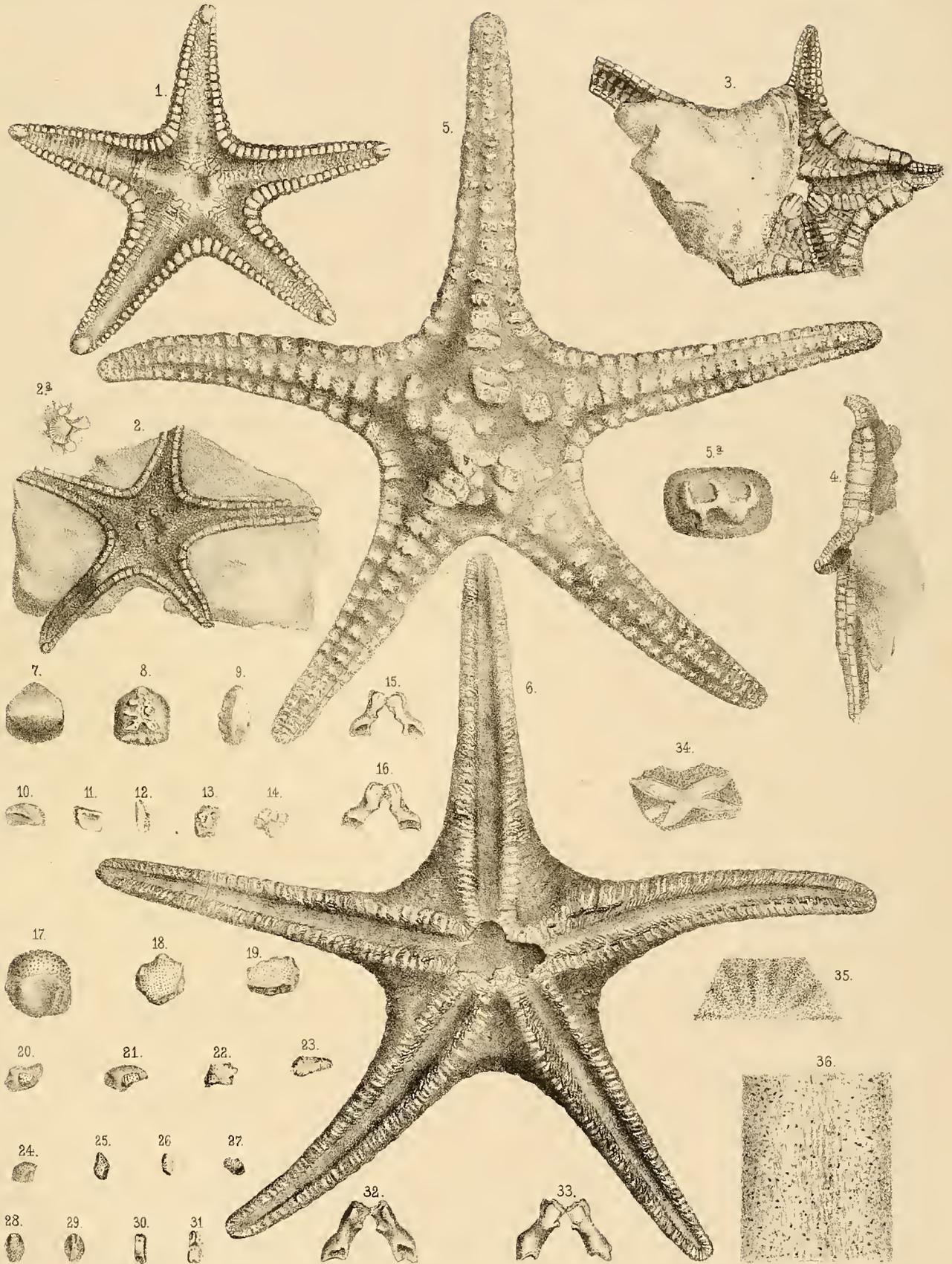
Fig. 16. *Astropecten jurensis* (fossil) ($\times 2$).



Tafel-Erklärung.

Tafel XXX.

- Fig. 1. *Astropecten elegans* Eb. Fraas. Lithograph. Schiefer von Solenhofen (pag. 249) $\times 2$.
Fig. 2—4. *Astropecten infirmum* Eb. Fraas. Weisser Jura ϵ von Sozenhausen. n. Gr. (pag. 246.)
Fig. 2. Dorsale Seite.
Fig. 2a. Madreporenplatte.
Fig. 3. Ventrale Seite eines Exemplares mit regenerirten Armen.
Fig. 4. Seitenansicht mit verschmolzenen dorsalen und ventralen Marginalplatten.
Fig. 5 u. 6. *Pentaceros (Oreaster) jurassicus* Zitt. (n. Gr.). (pag. 252.)
Fig. 5. Dorsale Seite.
Fig. 5a. Einzelne Assel ($\times 2$).
Fig. 6. Ventrale Seite.
Fig. 7—16. *Pentaceros (Oreaster) pustuliferus* Eb. Fraas (pag. 254). $\times 2$.
Fig. 7—9. Marginalplatten.
Fig. 10—12. Adambulacralplatten.
Fig. 13. 14. Deckplatten.
Fig. 15. Ambulacralbalken von der vorderen (der Armspitze zugewandten) Seite.
Fig. 16. Ambulacralbalken von der hinteren (der Scheibe zugewandten) Seite.
Fig. 17—33. *Pentaceros (Oreaster) primaevus* Zitt. (pag. 256).
Fig. 17—19. Centrale Deckplatten der Scheibe und der Arme.
Fig. 20—23. Deckplatten der Scheibe.
Fig. 24—27. Marginalplatten und ventrale Deckplatten.
Fig. 28. 29. Augentafel.
Fig. 30. 31. Adambulacralia.
Fig. 32. Ambulacralbalken von vorn ($\times 2$).
Fig. 33. Ambulacralbalken von hinten ($\times 2$).
Fig. 34. *Asterias digitata* Qu. (pag. 260). $\times 2$.
Fig. 35. *Sphaeraster juvenis* Qu. (pag. 261). $\times 3$.
Fig. 36. *Sphaeraster scutatus* Qu. Längsschliff durch einen Stachel (pag. 260). $\times 5$.



G. Keller, gez. u. lith.

Br. Keller, gedr.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Palaeontographica - Beiträge zur Naturgeschichte der Vorzeit](#)

Jahr/Year: 1885-86

Band/Volume: [32](#)

Autor(en)/Author(s): Fraas Eberhard

Artikel/Article: [Die Asterien des Weissen Jura von Schwaben und Franken mit Untersuchungen über die Structur der Echinodermen und das Kalkgerüste der Asterien 227-261](#)