

ie Mikrostructur
der
fossilen Echinoideenstacheln
und deren
systematische Bedeutung.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde

bei der

hohen philosophischen Facultät der Universität Leipzig

eingereicht von

Erich Hesse

aus Leipzig.

Mit 2 Tafeln und 8 Textfiguren.

Stuttgart.

E. Schweizerbart'sche Verlagshandlung (E. Nägele).

1900.

V i t a.

Verfasser vorliegender Arbeit, ERICH KARL HESSE, wurde am 25. November 1874 in Leipzig geboren. Er besuchte die I. Bürgerschule, sowie das Kgl. Gymnasium seiner Vaterstadt, um sich S.-S. 1894 bis S.-S. 1899 dem Studium der Naturwissenschaften an der Universität Leipzig zu widmen. Während dieser Zeit hörte er die Vorlesungen der Herren Professoren Dr. CREDNER, LEUCKART, PFEFFER, ZIRKEL, FELIX, A. FISCHER, O. FISCHER, LOOSS, MARSHALL und SIMROTH, sowie des Herrn Privatdocenten Dr. ZUR STRASSEN. Ferner betheiligte er sich 1 Semester an dem histologischen Practicum des Herrn Prof. Dr. LOOSS, und war ausserdem praktisch thätig 2 Semester im botanischen Institut des Herrn Geheimrath Prof. Dr. PFEFFER, 4 Semester im zoologischen Institut des Herrn Geheimrath Prof. Dr. LEUCKART, sowie 5 Semester im palaeontologischen Institut des Herrn Geheimrath Prof. Dr. CREDNER.

Die Mikrostructur der fossilen Echinoideenstacheln und deren systematische Bedeutung.

Von

Erich Hesse in Leipzig.

Hierzu Taf. XII und XIII, sowie 8 Textfiguren.

I. Einleitende Bemerkungen. Aufgabe der angestellten Untersuchungen. Förderung derselben durch Museen und Forscher durch Überweisung von Material.

Die Thatsache, dass sich gewisse Verschiedenheiten im histologischen Bau der Seeigelstacheln gesetzmässig auf bestimmte Gruppen der Echinoideen vertheilen und auf sie beschränken und dadurch ein gewisses systematisches Kennzeichen zu liefern im Stande sind, ist bereits seit längerer Zeit bekannt. H. W. MACKINTOSH, A. AGASSIZ, W. CARPENTER, A. ROTHPLETZ, K. v. ZITTEL und E. FRAAS haben die Mikrostructur der Stacheln einzelner Gattungen oder Gruppen der Echinoideen einer freilich z. Th. sehr kurzen Beschreibung unterworfen und deren Unterschiede in ihrer systematischen Bedeutung gewürdigt. Mehrere dieser Forscher, so namentlich MACKINTOSH, AGASSIZ und ROTHPLETZ, haben auch die von ihnen beobachteten structurellen Unterschiede zu Classificationsversuchen benutzt, die sich aber meist nur auf einzelne Abtheilungen und zwar vorzugsweise der lebenden Echinoideen bezogen.

Wenn es noch nicht unternommen worden ist, Vertreter der Gesamtheit der fossilen Seeigel von diesem Gesichtspunkt aus, also bezüglich des histologischen Verhaltens ihrer

Stacheln, einer vergleichenden Untersuchung zu unterziehen, so mag dies zunächst daran liegen, dass sich das Material zu derartigen umfassenden Studien wohl kaum in einer Sammlung vereint findet, und dessen Beschaffung, besonders, was die minimalen Stacheln der meisten irregulären Seeigel betrifft, grossen Schwierigkeiten begegnet. Auf den Rath und mit der Unterstützung des Herrn Geheimrath Prof. Dr. H. CREDNER unternahm ich diesen Versuch. Auf das Wesentlichste gefördert, ja überhaupt ermöglicht wurde derselbe dadurch, dass dem hiesigen palaeontologischen Institut auf Ansuchen dessen Directors, des Herrn Prof. Dr. CREDNER, von verschiedenen Seiten z. Th. sehr reichhaltige und sonst nicht zu beschaffende Suiten von Seeigelstacheln zur Verfügung gestellt wurden. Die dankbarste Anerkennung für dieses gütige Entgegenkommen gebührt den Vorständen und den Besitzern folgender staatlichen und privaten Sammlungen:

Geologische Sammlung der technischen Hochschule zu Aachen (Prof. Dr. E. HOLZAPFEL); K. Museum für Naturkunde zu Berlin (Prof. Dr. W. DAMES und Prof. Dr. JAEKEL); Mineralogisch-geologisches Institut der Universität Erlangen (Prof. Dr. H. LENK); Mineralogisch-geologische Sammlung der Rijksuniversiteit te Groningen (Prof. Dr. v. CALKER); Naturhistorisches Museum zu Hamburg (Dr. C. GOTTSCHÉ); Grossherzogl. Mineralogisches Museum der Universität Jena (Prof. Dr. G. LINCK); British Museum of Natural History zu London (Dr. H. WOODWARD); Palaeontologische Sammlung des Bayr. Staates zu München (Prof. Dr. K. v. ZITTEL); Geognostisch-palaeontologische Sammlung der Universität Strassburg (Prof. Dr. BENECKE); K. Naturalien-Cabinet zu Stuttgart (Prof. Dr. EB. FRAAS); K. K. Reichsanstalt zu Wien (Hofrath Dr. G. STACHE); K. K. Naturhistorisches Hofmuseum zu Wien (Prof. Dr. THEOD. FUCHS); Geologische Sammlung des Polytechnikum zu Zürich (A. HEIM und Dr. J. FRÜH); ferner Herr ROBERT EISEL in Gera; Herr Prof. Dr. J. FELIX in Leipzig; Herr Dr. P. OPPENHEIM in Charlottenburg; Herr Dr. P. WAGNER, Lehrer an der Ackerbauschule in Zwätzen bei Jena.

So reich nun auch die von den genannten Gebern eingegangenen Beisteuern an fossilen Seeigelstacheln waren, die

sich zu dem nicht unbeträchtlichen Material der Palaeontologischen Sammlung der Universität Leipzig gesellten, so genügte selbst deren Gesammtheit noch nicht zu einer gleichwerthigen Behandlung der Stacheln aller Gruppen der fossilen Seeigel, wie sie zuerst als Ziel vorgeschwebt hatte. Namentlich gebrach es an sicher bestimmbarren Exemplaren jener kleinen und kleinsten Stacheln, wie sie die z. Th. nur sammetartige Bedeckung gewisser Seeigelgattungen bilden. Auch aus ihrem Zusammenhange mit der Schale gelöste Stachelchen von z. Th. augenscheinlich verschiedenartigen irregulären Seeigeln, wie sie sich z. B. aus der Schreibkreide und verschiedenen cretaceischen und tertiären Mergeln ausschlämmen liessen, konnten wegen der Ungewissheit ihrer Zugehörigkeit zu den mit ihnen zusammen vorkommenden Seeigelgattungen für unsere nicht nur histologischen, sondern auch systematischen Studien kaum zur Verwerthung gelangen. Welche Schwierigkeiten es bereitete, derartige kleine Stacheln irregulärer Seeigel noch im Zusammenhange mit den Schalen der letzteren, also in situ, aufzufinden, mag folgende Stelle aus einem Briefe des Herrn Dr. C. GOTTSCHÉ vom 30. X. 98 an Herrn Geheimrath Prof. Dr. CREDNER beweisen — eine Darlegung, welche zugleich Licht auf die grosse Mühewaltung wirft, der sich Herr Dr. GOTTSCHÉ und andere der Herren Geber bei Auswahl ihres so gütig zur Disposition gestellten Materials unterzogen haben:

„Von unseren grossen Echinidenvorräthen aus der Kreide von Lägerdorf, Hemmoor und Lüneburg ist Stück für Stück mit der Lupe gemustert worden, und zwar mit folgendem Resultat: 421 Exemplare *Ananchytes*, 375 Exemplare *Epiaster* und *Micraster*, 154 Exemplare *Galerites*, 19 Exemplare *Cardiaster*, 16 Exemplare *Holaster* und 4 Exemplare *Stegaster*, in Summa 989 Exemplare, davon nur 4 Exemplare von *Ananchytes*, 6 Exemplare von *Epiaster* und *Micraster*, 1 Exemplar von *Stegaster*, in Summa 11 Exemplare mit Stachelresten.“

Bei der aus der Schwierigkeit der Beschaffung erklärlichen Unvollständigkeit des zur Verfügung stehenden fossilen Materials war es erforderlich, diese Lücken durch Beobachtungen an Stacheln von lebenden Seeigeln möglichst

auszufüllen. Zugleich erwies es sich bei dem in den wenigsten Fällen durchaus genügenden Erhaltungszustand der fossilen Stacheln nothwendig, überall von der mikroskopischen Untersuchung der Stacheln lebender Vertreter der betreffenden Echinoideengruppe auszugehen und die gewonnenen Resultate dem Studium der fossilen Formen zu Grunde zu legen. Auch in dieser Richtung wurde uns wohlwollende Unterstützung durch werthvolle Beisteuern von Seiten folgender Institute und Forscher zu Theil:

Zoologisches Institut der Universität Leipzig (Prof. Dr. C. CHUN); K. Naturalien-Cabinet zu Stuttgart (Prof. Dr. EB. FRAAS); Herr Prof. Dr. J. WALTHER in Jena.

Trotz aller dieser vielseitigen Unterstützungen leidet der folgende Versuch einer systematischen Verwerthung der structurellen Unterschiede der Seeigelstacheln namentlich infolge der Unzulänglichkeit des zu einer solchen ausgedehnten Arbeit erforderlichen Materials noch an z. Th. grossen Lücken. Es ist zu hoffen, dass letztere durch Specialstudien solcher Forscher, denen das benöthigte fossile Material zu Gebote steht, in Bälde ausgefüllt werden.

Dagegen dürfte bereits erreicht sein,

1. das oft recht complicirte starre Gewebe des Seeigelstachels in seine Elemente zu gliedern und deren wechselvolle morphologische Verhältnisse zu fixiren,
2. für diese Elemente eine wissenschaftliche Terminologie zu schaffen,
3. die Constanz und Gesetzmässigkeit der Verwendung gewisser Modificationen dieser Elemente beim Aufbau der Stacheln innerhalb gewisser Gruppen der Seeigel nachzuweisen und hiernach
4. in der Mikrostructur der Stacheln ein wesentliches Kriterium für die Systematik der gesammten Echinoideen festzulegen.

Herrn Prof. Dr. H. CREDNER schulde ich für die interessvolle Förderung meiner Arbeit durch Rath und That den verbindlichsten Dank.

II. Literatur.

Die Literatur über die Mikrostructur der Echinoideenstacheln besitzt keine grosse Ausdehnung. Als grundlegend können folgende Arbeiten und unter diesen vor allen die sub 2 aufgeführte gelten.

1. A. AGASSIZ: Revision of the Echini. Illustrated Catalogue of the Museum of comparative Zoology, at Harvard College. No. VII. 1872—74.

Bereits in seiner Revision hat A. AGASSIZ den Stacheln der Seeigel, sowie der Mikrostructur einer Anzahl derselben ein kurzes Capitel, p. 651—656, sowie die Tafeln XXXV, XXXVI und XXXVII gewidmet.

Bedauerlicherweise leiden fast alle von AGASSIZ gegebenen Abbildungen der Mikrostructur der Stacheln an einer Undeutlichkeit, die deren Verwerthung sehr erschwert.

Seine Angaben sollen in dem beschreibenden Theile dieser Arbeit citirt werden.

2. H. W. MACKINTOSH: Report on the Acanthology of the Desmosticha (HAECKEL). Part I. — On the acanthological Relations of the Desmosticha. The Transactions of the Royal-Irish Academy. 26. 1879. p. 475—490. t. IX, X, XI.

MACKINTOSH unterwarf 26 Gattungen der Desmosticha¹ der mikroskopischen Untersuchung, Beschreibung und Abbildung, betonte die Bedeutung des histologischen Aufbaues der Stacheln als ein den übrigen Unterscheidungsmerkmalen gleichwerthiges Kriterium für die Classification der Desmostichen und gliederte die letzteren auf Grund der Verschiedenartigkeit ihrer Stachelstructur in folgende Unterabtheilungen:

1. Acanthocoelata.

Die Stacheln hohl, der centrale Hohlraum umgeben von einem soliden Ring, von welchem solide Keile auslaufen, die dann den grössten Theil des Stachels bilden.

Diademataidae.

¹ E. HAECKEL gliedert die Euechinoidea in 1. Desmosticha (= reguläre Echinoideen), 2. Anthosticha (= Clypeastroideen), 3. Petalosticha (= Spatangoideen). E. HAECKEL, Syst. Phylogenie d. wirbellos. Thiere. II. 1896. p. 485.

2. *Acanthodictyota*.

Das Innere der Stacheln eingenommen durch kalkiges Maschenwerk.

- a) *Acanthostraca*. Mit peripherischer Kruste von eigenartiger Structur. *Cidaridae* und *Salenidae*.
- b) *Acanthosphenota*. In der Peripherie ein Ring von soliden Keilen, welche in mehr oder weniger grossem Abstände von kalkigem Netzwerke getrennt werden. *Echinidae*, *Arbaciadae*, *Echinometridae*.
 - α*. Monocyclisch mit nur einem,
 - β*. Polycyclisch mit mehreren Cyclen solider Keile.

3. A. AGASSIZ: Report on the Echinoidea, dredged by H. M. S. Challenger during the Years 1873—1876. The Voyage of H. M. S. Challenger. Zoology. 3. 1881.

Nach Anerkennung der verdienstlichen Leistungen der eben erwähnten Arbeit von MACKINTOSH erhebt AGASSIZ Bedenken gegen die systematische Bedeutsamkeit der von MACKINTOSH auf Grund der Stachelstructur aufgestellten Classification, und zwar namentlich seiner ersten Gruppe, nämlich der *Acanthocoelata*. In dieser würden, bei der Erweiterung seiner Classification auf die Clypeastriden und Spatangiden, Formen zu vereinigen sein, welche keine systematische Verwandtschaft besitzen und zoologisch weit von einander entfernt stehen.

Weiter weist AGASSIZ (p. 15) darauf hin, dass in sehr frühen Entwicklungsstadien in der Structur der Stacheln der gesammten Seeigel eine so grosse Übereinstimmung herrsche, dass z. B. an den jugendlichen Stacheln von *Cidaris*, *Echinus*, *Arbacia* und *Schizaster* überhaupt kein Unterschied wahrnehmbar sei. Die charakteristische Eigenart der Stacheln bilde sich erst später in verschiedenartiger Richtung und verschiedenem Maasse heraus, wobei einige Geschlechter sich den Embryonalhabitus mehr erhalten als andere. Es sei auffällig, dass sich letzterer bei den modernen Clypeastriden und Spatangiden viel reiner erhalten habe, wie bei den Cidariden, Diadematen und Echiniden, also viel älteren Typen der Echinoideen. Letztere repräsentirten also den complicirtesten, die Clypeastriden und Spatangiden den einfachsten structurellen Typus der Seeigelstacheln.

Die auf Taf. XXXVIII und XXXIX leider wiederum wenig scharf abgebildeten Querschnitte von Seeigelstacheln werden auf p. 16—18 einer kurzen Beschreibung unterworfen.

4. A. ROTHPLETZ: Über die Diadematiden-Stacheln und *Haploporella fasciculata* aus dem Oligocän von Astrupp. Dies. Jahrb. 1891. I. p. 285—290.

ROTHPLETZ schliesst an die Erörterung einiger bis dahin in ihrer Stellung fraglichen Stacheln den Versuch der Systematik sämtlicher Seeigelstacheln auf Grund ihres mikroskopischen Bauplanes und theilt dieselben nach diesem Kriterium drei Typen zu:

1. Radioli corticati.

Die äusseren Stachelverzierungen bilden für sich selbst eine geschlossene Schicht, welche rindenartig den ganzen Stachel umhüllt und sich entsprechend dem secundären Dickenwachsthum des inneren Stachelkörpers durch tangenciales Wachsthum erweitert (Cidaridae, Salenidae).

2. Radioli radiati.

Die leistenförmigen äusseren Verzierungen entspringen einzeln in dem den Stachelkörper bildenden Maschenskelet und schliessen sich seitlich nicht zu einem Ringe zusammen. Sie wachsen, entsprechend der genannten secundären Dickenzunahme, in radialer Richtung fort und zugleich in die Breite. Infolge dessen wird ihre Basis immer tiefer in das weiterwachsende Maschennetz eingeschlossen, und sie selbst erhalten im Querschnitt ein keilförmiges Aussehen.

3. Radioli cancellati.

Ihr Aufbau wird durch die zonale Wiederholung des zweiten Bauplanes charakterisirt. Die keilförmigen Leisten werden zu wiederholten Malen in ihrem Wachsthum gänzlich unterbrochen und von Maschenskelet umhüllt, welches neue Keile erzeugt, die jedes Mal etwas grösser als die vorhergehenden sind und genau in ihrer radiären Verlängerung stehen (Echinometrae).

Hierzu ist zu bemerken, dass bei den Radiolis corticatis nicht nur die Deckschicht für sich allein die Stachelverzierungen zu bilden braucht, sondern dass sich bei Stacheln mit

besonders hohen Dornen oder Rippen, wie z. B. bei *Goniocidaris tubaria* LÜTK., die Stachelwand selbst mit ihren Radiärsepten und Querbalkchen in den Dorn oder die Rippe hineinerstreckt, und wie im Übrigen, so auch hier von der Deckschicht überzogen wird. Ferner repräsentirt die cancellate Structur thatsächlich nur complicirtere Wachsthumerscheinungen an Stacheln seines zweiten Bauplanes, so dass die Stacheln ein und derselben Species, so z. B. von *Strongylocentrotus albus* AG., von *Str. tuberculatus* BR., von *Echinometra lucunter* BL. oder von *E. subangularis* DESM., je nach dem Stadium ihrer Verdickung theils zu den Radiaten, theils zu den Cancellaten zu rechnen sein würden.

III. Der Erhaltungszustand der fossilen Seeigelstacheln.

Das Kalkskelet der fossilen Echinoideenstacheln, die der nachstehenden Arbeit zu Grunde liegen, ist zum bei weitem grössten Theile vollständig von Kalkspath imprägnirt, und zwar derart, dass jeder Stachel ein einziges Krystallindividuum repräsentirt, dessen Hauptaxe mit der Längsaxe des Stachels zusammenfällt. Diese Art des Erhaltungszustandes ist bereits wiederholt beschrieben und erörtert worden, so von:

- J. F. C. HESSEL, Einfluss des organischen Körpers auf den unorganischen, nachgewiesen an Encriniten, Pentacriniten und anderen Thierversteinerungen. 1826.
- A. W. STELZNER, Ein Beitrag zur Kenntniss des Versteinerungszustandes der Crinoideenreste. Dies. Jahrb. 1864. p. 265—579. Taf. X.
- K. v. ZITTEL, Handbuch der Palaeontologie. 1876—80. 1, 1. p. 312—314.
- E. FRAAS, Die Asterien des weissen Jura von Schwaben und Franken. Palaeontograph. 32. 1886. p. 229.
- A. ROTHPLETZ, Über die Diadematiden-Stacheln und *Haploporella fasciculata* aus dem Oligocän von Astrupp. Dies. Jahrb. 1891. 1. p. 287.

In vielen Fällen ist die Mikrostructur des Stachels innerhalb des ihn erfüllenden Kalkspathindividuum in ihrer ursprünglichen Schärfe erhalten geblieben. Besonders deutlich hebt sich das Stachelskelet im Dünnschliffe von der infiltrirten klaren oder schwach getrübbten Kalkspathausfüllungsmasse ab,

wenn seine Elemente eine dunkle Färbung angenommen haben, wie dies öfter der Fall ist. An Stelle des Kalkspathes tritt zuweilen Gesteinsschlamm, seltener Schwefelkies oder eine glaukonitische Substanz als Ausfüllung der Skeletzwischenräume, zwischen der sich dann im Dünnschliffe das Kalkskelet des Stachels in Form heller, durchscheinender oder durchsichtiger Linien abhebt. An manchen Stacheln (z. B. solchen aus dem fränkisch-schwäbischen Malm) hat eine Verkieselung Platz gegriffen, die sich entweder nur auf einzelne den Stachel durchziehende Adern oder auf dessen periphere Randzone beschränkt, oder aber das ganze Exemplar betroffen hat, — ein für die Conservirung der Structureinzelheiten wenig günstiger Vorgang.

Doch auch bei besserem Erhaltungszustand der Stacheln reicht deren mikroskopisches Bild nur selten zu vollständiger Klärung der gesammten structurellen Details aus, so dass die stete vergleichende Heranziehung von Präparaten von Stacheln verwandter recenter Seeigelarten erforderlich ist. Nur bei einigen tertiären Formen hat überhaupt noch kein Petrefactionsprocess stattgefunden, so dass sich ihr mikroskopischer Befund ganz wie bei recenten Exemplaren verhält.

IV. Die Herstellung der Präparate.

Zur Erzielung der zu nachstehender Arbeit erforderlichen Dünnschliffe wurden folgende Methoden angewandt.

Bei den in Kalkspathindividuen umgewandelten Stacheln erwies es sich naturgemäss als unthunlich, durch Anwendung des Meissels und Hammers die zur Herstellung von Querschliffen benötigten, zur Stachelaxe senkrecht stehenden Scheibchen zu erlangen, da solche Stacheln bei derartigen Versuchen stets nach den Spaltflächen des Kalkspathrhomboëders zerspringen. Um dies zu vermeiden, wurden die Stacheln mit einer Laubsäge zunächst ringförmig an ihrer Peripherie angesägt, dann unter fortwährender Drehung bis zu ihrer Axe zerschnitten. Auf die nämliche Weise wurde ein dem ersten möglichst nahe liegender Schnitt ausgeführt und dadurch ein nur wenige Millimeter dickes Scheibchen erzeugt, ein Verfahren, welches sich besonders auch bei sehr dicken oder eichelartig aufgetriebenen Stacheln, wie z. B. bei denen von

Cidaris conoidea Qu. und *C. glandifera* GOLDF. vorzüglich bewährte.

Aus verkieselten Stacheln mussten thunlichst dünne, den ganzen Querschnitt umfassende Abschnitte mit Hilfe eines aufgesetzten Meissels herausgeschlagen werden.

Bei recenten Stacheln wurde die Laubsäge auf die geschilderte Weise in Anwendung gebracht.

Die weitere Behandlung der gesammten, derartig hergestellten Stachelscheibchen geschah bei den fossilen Stacheln auf die übliche Weise, indem dieselben mit gekochtem Canadabalsam auf einem Objectträger befestigt und auf einer Glasplatte mit geschlammtem Smirgel dünn geschliffen wurden. Nur mussten die recenten Stacheln vor dem Schleifen noch in Canadabalsam gekocht werden, damit letzterer die Skeletzwischenräume vollkommen erfüllte, wodurch das Eindringen des Smirgels in dieselben und die dadurch bedingte vollkommene Trübung des mikroskopischen Bildes verhindert wurde.

Bedeutend schwieriger gestaltete sich die Herstellung der Dünnschliffe von sehr kleinen, zarten Stacheln, namentlich von nur borstenartigen Stachelchen der exocyclischen Seeigel. Doch gelang es, zahlreiche Präparate von Stachelchen anzufertigen, deren Durchmesser sich nur auf Bruchtheile eines Millimeters belief, so z. B. von Stacheln von *Micraster* und *Hemiaster* mit 0,15 mm und selbst mit 0,10 mm Durchmesser. Behufs Herstellung von Querschliffen solcher haardünner Stacheln wurde ein möglichst kurzes Stückchen derselben senkrecht zum Objectträger in den erhitzten Canadabalsam gestellt und nach Erhärtung des letzteren vorsichtigst angeschliffen. Grösser noch war die Schwierigkeit, die soweit erzielten minimalen Präparate in dem erweichten Balsam umzudrehen und mit ihrer glattgeschliffenen Fläche an den Objectträger anzudrücken. Diese Procedur war nur unter dem Mikroskop mittelst einer sehr scharfen Nadel zu bewerkstelligen.

Zur Präparirung von Längsschliffen wurden Schnitte mit der Säge vermieden, vielmehr grössere Stachelstückchen direct auf einer Seite bis zur Axe angeschliffen, sodann gewendet und darauf in gleicher Weise die andere Stachelhälfte abgeschliffen.

Unter Anwendung dieser Methoden sind vom Verfasser für den Zweck seiner histologischen Untersuchungen hergestellt worden:

357	Präparate von Stacheln des	<i>Cidaris</i> -Typus,
71	„ „ „ „	<i>Echinus</i> - „
22	„ „ „ „	<i>Diadema</i> - „
9	„ „ „ „	<i>Clypeaster</i> - „
6	„ „ „ „	<i>Scutellidae</i> - „
65	„ „ „ „	<i>Spatangus</i> - „
<hr/>		
also 530 Quer- und Längsschliffe insgesamt.		

Diese sämtlichen, der folgenden Arbeit zu Grunde liegenden Präparate sind der Sammlung des palaeontologischen Instituts zu Leipzig einverleibt worden.

V. Allgemeine Histologie der Echinoideenstacheln.

Der Stachel eines lebenden Seeigels baut sich auf aus einem kalkigen Skelet und organischen Geweben, welche die von ersterem umschlossenen Hohlräume ausfüllen, sowie einer oberflächlichen Hautschicht.

Das kalkige Skelet gliedert sich in eine periphere Zone, die Stachelwand, und in eine centrale Partie, die Stachelaxe.

1. Die Stachelwand.

Die Stachelwand wird von streng radiärer Structur beherrscht. An ihrem Aufbau betheiligen sich als Skeletelemente a) Radiärsepta und b) Interseptalgebilde, zu denen sich bei einer Gruppe der Seeigelstacheln noch c) eine Deckschicht gesellen kann.

a) Die Radiärsepta.

Die Radiärsepta besitzen eine sehr vielgestaltige Form, die sich jedoch ganz constant innerhalb gewisser Stachelgruppen wiederholt und deshalb ein ganz charakteristisches Kennzeichen für dieselben bildet. Je nach ihrem verschiedenen Querschnitt unterscheidet man:

1. Lamellare Radiärsepta.

Die Radiärsepta zeigen von ihrem axialen Rande bis zu ihrer Peripherie eine nur ausserordentlich schwache Ver-

dickung: Hauptstacheln des *Cidaris*-Typus (Taf. XII Fig. 1 A s).

2. Keilförmige Radiärsepta.

Durch allmähliche und gleichmässige Dickenzunahme in der Richtung nach der Peripherie erhalten die Radiärsepta die Gestalt schlanker Keile; so bei den Vertretern des *Echinus*-Typus, ferner bei *Echinodiscus*, sowie bei der *Echinocardium*-Gruppe des *Spatangus*-Typus. Die peripheren Enden dieser Radiärsepta sind entweder geradlinig abgestutzt, wie z. B. bei *Strongylocentrotus lividus* Br. (Taf. XII Fig. 2 A s) und der *Echinocardium*-Gruppe des *Spatangus*-Typus (Taf. XIII Fig. 8 A s), oder abgerundet, wie z. B. bei den Secundärstacheln des *Cidaris*-Typus, bei *Eocidaris* und bei *Strongylocentrotus albus* Ag. (Taf. XII Fig. 3 A s), oder endlich, sie sind dachfirstähnlich zugespitzt wie bei *Echinodiscus* (Taf. XIII Fig. 6 A s).

3. Beil- bis fächerförmige Radiärsepta.

Die beiderseitigen Grenzflächen der sich peripher rasch und sehr beträchtlich verdickenden Radiärsepta besitzen entweder einen schwach concav geschwungenen Verlauf, so dass der Querschnitt der Septen beilähnliche Gestalt erhält, wie bei *Diadema* (Taf. XIII Fig. 4 A s), oder aber, diese Grenzflächen sind fast geradlinig, wodurch ein fächerförmiger Septenquerschnitt bedingt wird, wie bei *Brissus* (Textfig. 5 s. p. 259).

4. Keulen- oder birnenförmige Radiärsepta.

Durch starke periphere Aufblähung der Radiärsepten wird eine im Querschnitt keulenförmige Gestalt derselben erzeugt: *Clypeaster*-Typus, *Echinarachnius* und *Encope*, *Brissomorpha*-Gruppe des *Spatangus*-Typus. Die peripheren Enden der Radiärsepta sind entweder nach schwacher Verjüngung geradlinig abgestutzt, geben dadurch den Septen eine plump keulenförmige Gestalt wie beim *Clypeaster*-Typus (Taf. XIII Fig. 5 A s), oder sie sind zugerundet und bedingen einen schlankeren, birnenförmigen Querschnitt, wie bei *Echinarachnius* und *Encope* (Taf. XIII Fig. 7 A s), sowie bei der *Brissomorpha*-Gruppe des *Spatangus*-Typus (Textfig. 6 s. p. 260).

5. Kelchförmige Radiärsepta.

Die Radiärsepta erleiden etwa in der Mitte ihrer Radiärerstreckung eine starke Aufblähung, auf welche nach einer schwachen Einschnürung peripher eine fächerartige Verdickung folgt: *Centrostephanus* (Textfig. 4 s. p. 249) und *Metalia*.

Im Einklange mit dieser wechsellvollen Form der Septenquerschnitte steht die sehr verschieden grosse Zahl der Radiärsepten innerhalb der einzelnen Stachelgruppen. So weist z. B. ein Stachel mit Radiärsepten von lamellarem Habitus deren naturgemäss eine bedeutend grössere Zahl auf, als ein solcher mit plump keulenförmig oder fächerartig gestalteten Septen. So wurden bei *Cidaris metularia* BL. 178 Radiärsepta von lamellarem Habitus, bei *Diadema setosum* GRAY 25 beilförmige, bei *Echinocardium cordatum* GRAY 36 keilförmige und bei *Clypeaster scutiformis* LAMK. 16 plump keulenförmige Septa gezählt.

Es liess sich erwarten, dass ähnlich, wie der gesammte Bau der Echinoideen selbst, so auch derjenige ihrer Stacheln mit Bezug auf die Anzahl der sie aufbauenden Radiärsepta von der Fünffzahl beherrscht werde. Diese Voraussetzung hat sich jedoch als irrig erwiesen, indem sich eine Gesetzmässigkeit in der Zahl der Septen durchaus nicht constatiren liess.

Eine gegenseitige Berührung der Radiärsepten an ihrer Peripherie zu einer continuirlichen Aussenschicht findet nirgends statt.

Ausser der Gestalt der Radiärsepten ergeben sich weitere systematische Kriterien an denselben durch die Thatsache, dass die Septa gewisser Stachelgruppen mehr oder weniger eng perforirt sind. Danach sind zu unterscheiden:

1. Perforirte Radiärsepta. Die Perforationen dieser Septa besitzen stumpf- bis langovale Gestalt, wobei der grösste Durchmesser vertical steht. Dieselben vertheilen sich entweder auf die gesammte Fläche der Septen, oder beschränken sich auf die axiale Partie der letzteren. In ersterem Falle, so beim *Cidaris*-Typus, besitzen sie eine ausserordentlich regelmässige Anordnung zu verticalen, alternirenden Reihen, so dass die einzelnen Perforirungen im Quincunx zu einander stehen (Taf. XII Fig. 1 B *sf*). Dieses streng ein-

gehaltene Vertheilungsgesetz wird bei den Zugehörigen des *Echinus*-Typus dadurch etwas verwischt, dass sich eine gewisse Regellosigkeit in der Anordnung der Perforirungen geltend macht. Die Zahl der Verticalreihen von Perforirungen, die sich über das gesammte Septum vertheilen, ist eine sehr schwankende; so beträgt dieselbe z. B. bei *Cidaris metularia* Bl. 40, bei *Strongylocentrotus tuberculatus* Br. etwa 26 und bei *Arbacia nigra* Ag. etwa 17.

In dem anderen Falle, dass sich nämlich die Perforirungen nur auf den axialwärts gelegenen Abschnitt der Radiärsepten beschränken, gruppiren sie sich zu wenigen Verticalreihen, und zwar zu zwei, ausserhalb deren sich noch eine dritte äussere, aber nur lückenhafte Verticalreihe gesellen kann, wie bei den Stacheln des *Clypeaster*-Typus (Taf. XIII Fig. 5 B *sf*). In nur einer einzigen, ganz axial gelegenen, also basalen Reihe finden sich Perforirungen nur bei Stacheln vom *Diadema*- und *Spatangus*-Typus (Taf. XIII Fig. 4 A, B *fb*; Taf. XIII Fig. 8 B *fb*; Textfig. 4 *fb*. p. 249).

Innerhalb der meist sehr kräftigen, peripheren Partien der Radiärsepten von den Vertretern des *Echinus*-Typus können sich die, die Septa röhrenförmig durchsetzenden Perforirungen gabeln, ja mehrfach theilen und wieder vereinigen, so dass sie zur Ausbildung anastomosirender Röhrensysteme führen können (Taf. XII Fig. 3 C *sf*).

Bei Stacheln, welche eine Axialscheide besitzen (Taf. XIII Fig. 4 A, B *as*), münden die septal gelegenen Perforirungen der letzteren in diejenigen der Basalreihe des Radiärseptums. Im Längsschnitt erscheint diese Combination als eine birnenförmige, axiale Ausbuchtung des Radiärseptums, wie dies besonders regelmässig und deutlich bei den Repräsentanten des *Spatangus*-Typus (Taf. XIII Fig. 8 B *agf* + *fb*) zu beobachten ist.

2. Imperforirte, also solide Radiärsepten besitzen nur die Stacheln des *Scutellidae*-Typus (Taf. XIII Fig. 6 A, B *s*, Fig. 7 A, B *s*).

b) Die Interseptalgebilde.

Fast bei allen Structurformen der Echinoideenstacheln wird der gegenseitige Zusammenhalt der Radiärsepten durch

interseptale Gebilde vermittelt. Solche fehlen nur den Stacheln des *Spatangus*-Typus, bei welchen der feste Halt der Radiärsepten lediglich durch deren basale Verschmelzung mit der hier sehr kräftigen Axialscheide bewirkt wird.

1. Querbälkchen (Interseptalbälkchen).

Die einfachste Form der Interseptalgebilde repräsentiren kleine, horizontale, also den Radiärsepten senkrecht aufgewachsene, im Querschnitt runde Querbälkchen. Dieselben stehen entweder in regelmässig unter sich, sowie mit den Perforirungen der Septa alternirenden Reihen, demnach im gegenseitigen Verhältniss des Quincunx auf den Radiärsepten angeordnet (so beim *Cidaris*-Typus, Taf. XII Fig. 1 B *ib*), oder sie sind unregelmässig zerstreut, wie die nur sporadisch zwischen dem complicirteren Interseptalgewebe auftretenden Querbälkchen der Stacheln des *Echinus*-Typus.

2. Querleistchen (Interseptalleistchen).

Ziehen sich diese Querbälkchen beträchtlich in die Breite, nehmen sie also langgestreckt ovalen Querschnitt an, so gestalten sie sich zu Interseptalleistchen, wie sie die Stacheln des *Diadema*-, des *Clypeaster*- und des *Scutellidae*-Typus besitzen. Jedoch beschränkt sich ihre Vertheilung wesentlich auf die proximalen Hälften der Radiärsepten. Bei *Diadema* (Taf. XIII Fig. 4 B *il*) sind dieselben zu zwei regelmässigen und einer dritten, innersten nur lückenhaften Reihe, bei *Clypeaster* (Taf. XIII Fig. 5 B *il*) zu zwei regelmässigen Verticalreihen angeordnet, während an den Stacheln des *Scutellidae*-Typus (Taf. XIII Fig. 6 B *il*, Fig. 7 B *il*) nur eine einzige, unmittelbar am Axialrande der Radiärsepten gelegene Verticalreihe zur Entwicklung gelangt ist.

3. Interseptalgewebe.

Einen complicirteren Bau der Interseptalgebilde zeigen die Stacheln des *Echinus*-Typus. Die Interseptalräume werden hier erfüllt von einem mehr oder weniger dichten, spongösen oder netzförmigen Gewebe von wurmförmigen Kalkfäden. Bei der Ausbildungsweise dieses Interseptalgewebes kommen zwei Modificationen desselben deutlich zum Ausdruck, und zwar

ist das Gewebe entweder durchaus unregelmässig spongiös, so z. B. bei *Echinus esculentus* LINN. und *Strongylocentrotus albus* AG. (Taf. XII Fig. 3 A ig), oder aber dasselbe zeigt eine mehr oder weniger scharf ausgeprägte bilaterale Symmetrie, durch die Bildung einer in der Medianebene des Interseptalfaches gelegenen Netzfläche, welche durch horizontale Querbälkchen mit den beiderseitigen Radiärsepten in Verbindung steht, z. B. bei *Strongylocentrotus lividus* BR. (Taf. XII Fig. 2 A ig).

c) Die Deckschicht.

Eine allgemeine Deckschicht ist nur entwickelt an den Hauptstacheln der Vertreter des *Cidaris*-Typus (Taf. XII Fig. 1 A, B d). Dieselbe repräsentirt eine homogene Kalkschicht, welche den ganzen Stachel oberflächlich umhüllt. Sie wird von den Interseptalräumen aus von engen, peripher spitz auslaufenden Canälchen durchbohrt, die als feine Poren nach aussen münden. Diese Canälchen können sich innerhalb der Deckschicht verzweigen und mit ihren Nachbarn anastomosiren. Die Deckschicht bildet die kleinen körner- und warzenähnlichen Aussensculpturen des Stachels selbständig, während sich an den grösseren dornen- oder rippenähnlichen Verzierungen zugleich auch die Kalkelemente der Stachelwand betheiligen, indem sie sich in dieselben hinein erstrecken.

Abgesehen von dieser auf den Typus *Cidaris* beschränkten allgemeinen Deckschicht stellt sich ein ganz gleichartiges Gebilde als Auskleidung der Gelenkpfanne aller von uns darauf untersuchten Seeigelstacheln ein.

2. Die Stachelaxe.

Die Stachelaxe kann entweder gebildet werden von einem Röhrencomplex oder einem spongiösen Gewebe, oder aber sie kann hohl sein, also als Axialcanal (Centralcanal) entwickelt sein, um welcher letzteren eine Axialscheide zur Ausbildung gelangen kann.

a) Der axiale Röhrencomplex.

Der axiale Röhrencomplex wird von verticalstehenden Röhren gebildet, die mit ihren Wandungen gegenseitig ver-

schmolzen sind, so bei den Repräsentanten des *Cidaris*- und *Echinus*-Typus (Taf. XII Fig. 1 A, B ar, Fig. 2 A, B ar, Fig. 3 A, B, C ar). Der Durchmesser dieser Röhren ist selbst innerhalb ein und desselben Stachels ein sehr verschiedener. In manchen Fällen (so bei *Strongylocentrotus lividus* Br. (Taf. XII Fig. 2 A ar) nimmt derselbe nach aussen hin ab. Auch die Form der Axialröhren ist eine sehr inconstante, indem ihr Lumen rundlich, oval oder unregelmässig polygonal sein kann. Nach aussen zu, also in der Richtung auf die Stachelwand, pflegen sich die Röhren des Axialcomplexes derart zu stellen, dass gewisse ihrer Wandungen eine radiäre Richtung erhalten, um dann in die axialen Enden der Radiarsepta zu verlaufen oder als deren Träger zu figuriren. Besonders klar lassen sich diese Verhältnisse z. B. in den Querschnitten von Stacheln des *Strongylocentrotus lividus* Br. und *Str. albus* Ag. (Taf. XII Fig. 2 A ar, Fig. 3 A ar), sowie der *Hipponoe esculenta* Ag. beobachten. Die miteinander verschmolzenen Röhrenwandungen sind allseitig von verschiedenen grossen, länglich ovalen Perforationen durchbrochen, die sich gewöhnlich in Verticalreihen anordnen (Taf. XII Fig. 1 B af, Fig. 2 B af). Bisweilen, so z. B. bei *Heterocentrotus mammillatus* Br. stehen die grossen Perforationen der Röhrenwandungen so eng, dass letztere auf ein maschiges Skelet reducirt erscheinen.

Der axiale Röhrencomplex nimmt in der Regel etwa ein Viertel bis zur Hälfte des Stacheldurchmessers in Anspruch, kann aber auch einerseits bis auf ein Minimum reducirt sein, wie namentlich bei den Secundärstacheln des *Cidaris*-Typus und bei *Eocidaris*, oder andererseits selbst noch mehr als die Hälfte des Stacheldurchmessers einnehmen, wie bei *Cidaris filograna* DES. und *C. trigona* MÜNST.

b) Das axiale spongiöse Gewebe.

Das sich nur in den Stacheln von *Echinarachnius* (Taf. XIII Fig. 7) und *Encope* einstellende axiale spongiöse Gewebe wird gebildet von einem unregelmässig weitmaschigen Netzwerk von runden Kalkfäden, das etwa die Hälfte des Stacheldurchmessers erfüllt.

c) Der Axialcanal (Centralcanal).

Der Axialcanal nimmt z. B. bei *Diadema* etwa zwei Fünftel, bei *Clypeaster* etwa ein Fünftel, bei *Echinodiscus* etwa ein Drittel und endlich bei *Echinocardium* etwa die Hälfte des Stacheldurchmessers in Anspruch. (Vergl. Taf. XIII Fig. 4 A a, Fig. 5 A a, Fig. 6 A a, Fig. 8 A a.)

d) Die Axialscheide.

Bei sämtlichen Zugehörigen des *Diadema*-, des *Clypeaster*- und des *Spatangus*-Typus ist an Stelle des axialen Röhrencomplexes, sowie des axialen spongiösen Gewebes eine den axialen Hohlraum umspannende, den Radiärsepten zur Basis dienende Axialscheide zur Ausbildung gelangt (Taf. XIII Fig. 4 A, B as, Fig. 5 A, B as, Fig. 8 A, B as). Dieselbe wird vom axialen Hohlraum aus von horizontalen Canälchen durchbohrt. Bei geringer Stärke der Axialscheide besitzen diese Canälchen einen einfach geradlinigen, radiären Verlauf (so bei *Cnecrostephanus*, Textfig. 4 p. 249). Erlangt die Axialscheide eine stärkere, kräftigere Entwicklung, so können sich die Canälchen innerhalb derselben verästeln und mit ihren Nachbarn communiciren (so bei *Diadema*, Taf. XIII Fig. 4 A agf). Diese Durchbohrungen der Axialscheide liegen theils septal und münden dann in die basalen Foramina der Radiärsepta, theils interseptal und führen dann direct in die Interseptalfächer.

Über die structurellen Verhältnisse des Stachelkopfes mögen hier noch folgende kurze Erörterungen Platz finden.

3. Mikrostructur des Stachelkopfes.

Dem eigentlichen Stachelkopf dient eine concave Gelenkfläche als Basis, die von einem glatten oder gekerbten Rand umgeben wird, während ersterer nach oben durch einen glatten oder gekerbten Ring von dem Stachelhalse getrennt wird.

a) Der Kopf nebst Ring.

Die den eigentlichen Kopf nebst Ring aufbauenden Skelelemente sind im Wesentlichen dieselben, wie diejenigen des Stachelkörpers.

Bei Stacheln, welche einen axialen Röhrencomplex besitzen, z. B. bei denjenigen des *Cidaris*- und *Echinus*-Typus, setzt derselbe, ohne seine structurelle Beschaffenheit zu ändern, in den axialen Theil des Stachelkopfes fort. Bei Stacheln mit axialem Hohlraume hingegen, z. B. bei *Diadema*, stellt sich in der Axe des Stachelkopfes ein lockeres, spongiöses Kalknetz ein, welches nach oben in den Axialcanal des Stachelhalses in Form dünner Kalkfäden ausklingt.

Die den axialen Theil des Stachelkopfes umgebende Wand zeigt in ihrer inneren Zone noch deutlich den normalen Aufbau aus radiär angeordneten Septen. Nach der Peripherie jedoch beginnen die Septen sich zu verzerren, sie selbst, ihre Perforirungen und die Interseptalgebilde orientiren sich in Gestalt und Vertheilung nach den sehr mannigfachen Zug- und Druckrichtungen der sich am Stachelkopf inserirenden Muskeln und Ligamente, so dass in dieser peripheren Zone die Mikrostruktur namentlich im Querschnitt ein mehr schwammiges, unregelmässig netzförmiges Aussehen erhält. (Vergl. auch: E. FRAAS, Die Asterien des weissen Jura von Schwaben und Franken. p. 237. Taf. XXIX Fig. 13.) Zugleich aber treten bei Stacheln, deren Radiärsepten undurchbohrt sind, in der Region des Stachelkopfes Perforirungen derselben auf, die nach aussen zu zwar kleiner, aber desto zahlreicher werden. Ebenso mehrt sich die Zahl der bei derartigen Stacheln im übrigen Theile wenig zahlreich entwickelten Interseptalleistchen im Stachelkopf ganz beträchtlich (so z. B. bei den Stacheln von *Echinarachnius*). Diese locale Structurmodification der Stachelwand schliesst nach oben mit dem Ring ab.

b) Die Gelenkfläche.

Die Gelenkfläche des Stachelkopfes wird von einer homogenen Kalkschicht ausgekleidet, welche durchsetzt wird von einem Netzwerk feiner Canälchen, die den Skeletzwischenräumen des eigentlichen Stachelkopfes entspringen und auf der Oberfläche der Gelenkfläche nach aussen münden. Dieser structurelle Aufbau der letzteren, wie er z. B. bei *Cidaris*, *Dorocidaris*, *Arbacia*, *Hipponoe*, *Strongylocentrotus*, *Colobocentrotus*, *Diadema*, *Clypeaster* oder *Echinarachnius* ganz allgemein constatirt wurde, stimmt durchaus mit demjenigen

der Deckschicht der Hauptstacheln des *Cidaris*-Typus überein.

VI. Systematische Bedeutung der Mikrostructur der Seeigelstacheln und deren Classification.

Soweit das vorliegende, freilich wie bereits betont, noch immer sehr lückenhafte Material Schlüsse gestattet, ergibt sich aus dem Studium der histologischen Verhältnisse der Seeigelstacheln, dass fast jede der einzelnen Familien der Echinoideen ihren eigenen mikrostructurellen Stacheltypus besitzt, und dass die histologischen Verhältnisse der Stacheln ein wichtiges systematisches Kennzeichen für die Familien und in gewissen Zügen von secundärer Werthigkeit oft sogar für die Gattungen, ja für einzelne Arten der Seeigel liefern. Innerhalb der Familientypen bleibt der Bauplan der Stacheln in ihrer gesammten geologischen Verbreitung vom Palaeozoicum oder Mesozoicum bis zur Jetztzeit, abgesehen von generischen oder selbst specifischen Modificationen, constant, und ist in den palaeozoischen Vorläufern der Euechiniden, soweit Stacheln solcher bekannt sind, ebenso scharf ausgesprochen, wie bei den recenten Nachkommen. So stimmt die Mikrostructur eines Stachels des devonischen *Xenocidaris clavigera* Sch. oder des carbonischen *Archacocidaris rossica* M. V. K. mit derjenigen des recenten *Goniocidaris canaliculata* Ag. überein.

Auf der anderen Seite aber zeigt sich, dass es keine histologischen Merkmale oder constante Combinationen von Einzelzügen des Stachelskelets giebt, welche für die grösseren natürlichen Abtheilungen der Echinoideen als unterscheidende Kriterien gelten könnten. Es existirt mit anderen Worten zwischen den Palechinoideen und Euechinoideen, zwischen regulären und irregulären Seeigeln im Bau ihrer Stacheln kein die Gesammtheit der Vertreter dieser Unterclassen beherrschender Unterschied im Bauplan. Einen Axialcanal besitzen sowohl *Diadema* wie *Micraster* — perforirte Radiärsepta finden sich bei *Cidaris* wie bei *Clypeaster* — die keilförmige Gestalt der Radiärsepta wiederholt sich bei *Diadema* wie bei *Clypeaster* — ein axialer Röhrencomplex bei *Archacocidaris* wie bei *Echinus*. Nur ganz im Allgemeinen geht der Bauplan der Stacheln der regulären und der irregulären See-

igel in zweierlei Richtung auseinander. Erstens herrscht bei demjenigen der Mehrzahl der Regulares die Tendenz zur Entwicklung sehr zahlreicher, schlanker, z. Th. fast lamellarer Radiärsepten, so bei den Cidariden, Saleniden, Echiniden und bei einem Theil der Diadematiden, — bei den irregulären Seeigeln hingegen sind die Septa meist plump keil- oder keulenförmig verdickt und deshalb viel weniger zahlreich, was aber beides auch von gewissen Diadematiden gilt. Zweitens ist bei den Stacheln der irregulären Echinoideen die Axe hohl, mit Ausnahme gewisser Scutelliden, wo dieselbe von einem spongiösen Netzwerk erfüllt ist, bei den Regulares hingegen tritt ein axialer Röhrencomplex auf, der jedoch bei gewissen Diadematiden wiederum fehlt.

Wenn es hiernach an bestimmten Kennzeichen im Stachelskelet fehlt, die als durchgreifende systematische Unterscheidungsmerkmale der Hauptgruppen der Echinoideen betrachtet und benutzt werden könnten, so dürfte doch aus den folgenden Untersuchungen und Darlegungen hervorgehen, dass die stammesgeschichtliche Entwicklung der Echinoideen zur Vereinfachung des Bauplanes ihrer Stacheln geführt hat. Dieselbe äussert sich im Verluste der Deckschicht und des axialen Röhrencomplexes, ferner in der Verminderung der Septenzahl, sowie der Anzahl der sie durchbrechenden Foramina, endlich in der Reduction oder dem völligen Schwinden der Interseptalgebilde, Erscheinungen, die beim Vergleiche des geologisch jugendlichen Typus *Micraster* (Textfig. 7 p. 260) mit dem uralten *Cidaris*-Typus (Taf. XII Fig. 1) zum schroffsten gegensätzlichen Ausdrucke gelangen.

Diese Vereinfachung des Baues der Stacheln geht Hand in Hand mit der Verminderung ihrer Bedeutung als Stützorgane beim Ortswechsel ihrer Besitzer. Bei den Cidariden, deren Stacheln die mehrfache Länge des Kapseldurchmessers erreichen können und stelzenartig functioniren, ist dementsprechend ihr Skeletbau ein ausserordentlich kräftiger und festgefügt. Die dicke Stachelwand wird von einer sehr grossen Zahl von Radiärsepten gebildet, die durch dichtstehende Querbälkchen miteinander verfestigt sind. Ein axialer Röhrencomplex stützt dieselben, eine derbe Deckschicht umspannt die Wand. In den minimalen, zu Stützorganen weit

weniger tauglichen Stachelchen der Holasteriden und Spatangiden hingegen sind die die Tragfähigkeit der Stacheln bedingenden Skeletelemente stark reducirt. Die Deckschicht, die Interseptalgebilde und der axiale Röhrencomplex sind in Wegfall gekommen, die Zahl der Radiärsepta ist bedeutend verringert. Diese Anpassung der Mikrostructur der Stacheln an deren locomotorische Nutzbarkeit kann sogar beim Einzelindividuum zum Ausdrucke gelangen. So besitzen die Hauptstacheln von *Cidaris* den complicirtesten Bau aller Seeigelstacheln, während die von ihnen überragten und dadurch des Bewegungsdienstes entzogenen Secundärstacheln durch Verlust der Deckschicht und durch Reduction der Septenzahl und des axialen Röhrencomplexes eine wesentlich einfachere Structur erhalten haben.

Die Verwerthung der structurellen Verhältnisse der Stacheln führt zur Unterscheidung folgender Typen, die nach Obigem wesentlich an bestimmte Echinoideenfamilien gebunden, für sie charakteristisch und deshalb nach ihnen benannt sind:

1. Typus *Cidaris* (Taf. XII Fig. 1; Textfig. 1, 2 u. 3).

Axialer Röhrencomplex; lamellare, in ihrer ganzen Flächenausdehnung perforirte Radiärsepta, gegenseitig zusammengehalten durch interseptale Querbälkchen; eine Deckschicht vorhanden, diese mit Canälchen.

2. Typus *Echinus* (Taf. XII Fig. 2 u. 3).

Axialer Röhrencomplex; schlank keilförmige Radiärsepta, diese in ihrer ganzen Flächenausdehnung oder nur in ihrem axialwärts gelegenen Abschnitte perforirt, oder aber bis auf wenige basale Foramina vollkommen solid, theils mit interseptalen Querbälkchen, theils mit spongiösem Interseptalgewebe, dieses zuweilen mit bilateral-symmetrischer Structur.

3. Typus *Diadema* (Taf. XIII Fig. 4; Textfig. 4).

Axialcanal mit septal und interseptal perforirter Axialscheide; im Querschnitt beil- oder kelchförmige Radiärsepta; diese nur an ihrer Basis perforirt; zwischen ihnen zwei bis drei Cyclen von Interseptalleistchen.

4. Typus *Clypeaster* (Taf. XIII Fig. 5).

Axialcanal mit interseptal perforirter Axialscheide; im Querschnitt plump keulenförmige, nur in ihrem proximalen Theile perforirte Radiärsepta; zwischen ihnen zwei Cyclen von Interseptalleistchen.

5. Typus *Scutellidae* (Taf. XIII Fig. 6 u. 7).

Axialcanal mit oder ohne Netzwerk von Kalkfäden; im Querschnitt keil- oder birnenförmige, imperforirte Radiärsepta,

gegenseitig verbunden durch einen proximalen Cyclus von Interseptalleistchen.

6. Typus *Spatangus* (Taf. XIII Fig. 8; Textfig. 5, 6, 7 u. 8).
Axialcanal mit septal perforirter Axialscheide; im Querschnitt keil-, keulen- oder fächerförmige Radiärsepta, diese mit nur einem proximalen Foramen; ohne Interseptalgebilde.

Den *Spatangus*-Typus weisen mit nur geringfügigen Modificationen die Stacheln sowohl der Spatangidae wie der Holasteridae auf. Ein die Mikrostruktur der Stacheln dieser Familien von einander unterscheidendes Kriterium fehlt. Unser *Spatangus*-Typus ist deshalb den Stacheln beider Familien der Atelostomata gemeinsam. Von Repräsentanten der zu letzteren gehörigen dritten Familie, den Cassidulidae, standen Stachelchen nicht zur Verfügung. Möglicherweise reihen sie sich ebenfalls dem *Spatangus*-Typus an, so dass dann letzterer als solcher der Atelostomata zu gelten haben würde.

VII. Specielle Histologie der Seeigelstacheln.

1. Typus *Cidaris*.

Das Kalkskelet der in ihrer äusseren Gestalt ausserordentlich variirenden Hauptstacheln der Cidariden wird charakterisirt durch deren Aufbau aus drei wohl differencirten Strukturmodificationen, nämlich

1. dem axialen Röhrencomplex,
2. der Stachelwand, die sich aus ausserordentlich zahlreichen, deshalb enggestellten und fast lamellaren Radiärsepten aufbaut; diese Radiärsepta sind perforirt und werden durch concentrische Kreise von Interseptalbälkchen zusammengehalten,
3. der den Stachel peripher umhüllenden, durch Röhrensysteme perforirten Deckschicht.

Abbildungen, sowie freilich z. Th. sehr kurz gehaltene Beschreibungen der Mikrostruktur von Stacheln des *Cidaris*-Typus haben bereits gegeben:

- A. AGASSIZ, Revision of the Echini. p. 651—53. t. XXXV fig. 1—6.
H. W. MACKINTOSH, Acanthology I. Acanthological Relations. p. 477 u. f., 486—88. t. IX fig. 1—3.
A. AGASSIZ, Report on the Echinoidea, dredged by H. M. S. Challenger. p. 16. t. XXXVIII fig. 10—16.

K. v. ZITTEL, Handbuch der Palaeontologie. 1. 1876—80. p. 313.
Fig. 214.

E. FRAAS, Die Asterien des weissen Jura von Schwaben und Franken.
p. 235. Taf. XXIX Fig. 9.

Unser *Cidaris*-Typus entspricht somit den *Acanthostraca* von MACKINTOSH (s. p. 190), sowie den *Radiolis corticatis* von ROTHPLETZ (s. p. 191).

Am constantesten erweist sich bei den zahlreichen, durch die Formationsreihe verbreiteten Vertretern dieses Typus die oben skizzirte Structur der Stachelwand, während Deckschicht und axialer Röhrencomplex gewissen histologischen Schwankungen unterworfen sind und zugleich am Aufbau des Stachels in wechselnden Raumverhältnissen theilnehmen. Als charakteristisches Beispiel dieses Typus möge der structurelle Aufbau der Hauptstacheln der recenten *Goniocidaris canaliculata* Ag. von Zanzibar geschildert und abgebildet werden.

Goniocidaris canaliculata Ag. — Taf. XII Fig. 1 A, B.

A. AGASSIZ, Revision. p. 395, 396. t. Ic fig. 6—8.

Recent. Zanzibar.

Der axiale Theil des cylindrischen Stachels, der etwa ein Drittel des Gesamtdurchmessers des letzteren einnimmt, wird gebildet von einem Complex vertical stehender Röhren, die, sich unmittelbar aneinander legend, mit ihren Wandungen gegenseitig verschmelzen. Diese Röhrenwandungen sind allseitig von länglich oval geformten Perforirungen durchbrochen, die in der Regel in verticalen Reihen angeordnet sind, aber sowohl innerhalb ein und derselben Röhre, als auch in den verschiedenen Röhren im Vergleich zu einander ziemlich beträchtliche Grössenunterschiede aufweisen. Durch diese Perforirungen ist demgemäss bei der gegenseitigen Verschmelzung der Röhrenwandungen eine Communication für den organischen Inhalt der Röhren untereinander geschaffen. Da nun einerseits das Volumen der einzelnen Röhren ein verschieden grosses ist, andererseits die Form des Lumenquerschnitts bald eine rundliche, bald eine mehr ovale oder auch eine unregelmässige, polygonale sein kann, erhält man im Querschnitt des Röhrencomplexes das Bild eines mehr oder weniger dichten Netzwerkes.

Diesen Röhrencomplex umschliesst wie ein Cylindermantel die Stachelwand, welche sich aus 126 Radiärsepten aufbaut. Ein jedes dieser Radiärsepten besitzt im Querschnitt die Gestalt eines ausserordentlich schlanken Keiles. Die Septen erhalten somit einen mehr lamellaren Habitus. Jedes derselben ist in seiner ganzen Flächenausdehnung sehr regelmässig perforirt. Die stumpf-ovalen Perforirungen sind in verticalen, alternirenden Reihen angeordnet (Taf. XII Fig. 1 B s f), so dass die einzelnen Perforirungen im Verhältniss des Quincunx zu einander stehen. Durch diese Perforirungen wird eine Communication der Interseptalräume untereinander und ihres organischen Gewebes hergestellt. Eine gegenseitige Berührung der Radiärsepten findet weder an ihrem axialen, noch an ihrem peripheren Ende statt. Ihren Ursprung nehmen dieselben von den Wandungen der ihnen nächststehenden, also äusseren Röhren des Axialcomplexes. Durch die Perforirungen der Wandungen dieser letzteren tritt das organische Gewebe aus dem axialen Röhrencomplex in die Interseptalräume der Stachelwand.

Der gegenseitige Zusammenhalt der Radiärsepten wird durch kleine, im Querschnitt rundliche, horizontale, den Septen senkrecht aufgewachsene Querbälkchen hergestellt. Diese somit interseptal gelegenen Querbälkchen zeigen, wie die Perforirungen, und zwar mit diesen alternirend, eine Anordnung in verticalen Reihen; das Gesetz der Quincunxstellung beherrscht daher auch die Vertheilung der Querbälkchen.

Die Stachelwand von Radiärsepten wird in ihrer Peripherie umschlossen von der Deckschicht, einer homogenen Kalkschicht, die den ganzen Stachel nach aussen begrenzt. Im Vergleiche mit der Kalksubstanz der Radiärsepten erscheint diejenige der Deckschicht etwas unregelmässiger struirt und hebt sich deshalb in ihrer etwas matteren Färbung von den Radiärsepten gut ab. Diese Deckschicht ist durchbrochen von feinen Canälen, die von den Interseptalräumen ihren Ursprung nehmen und demnach Ausläufer der letzteren sind. Dieselben sind mehr oder weniger verzweigt, gehen bisweilen mit solchen benachbarter Interseptalräume Anastomosen ein, verzüngen sich an ihrem peripheren Ende beträchtlich und münden dann als feine Poren nach aussen. Die Deckschicht

bildet zugleich die kornartigen, sich z. Th. birn- oder knollenförmig verdickenden Aussenverzierungen des Stachels (Taf. XII Fig. 1 A, B *k*), die an mehreren Stellen von der Schnittfläche des Präparats getroffen sind und sich durch besonders reiche Verästelungen der Deckschichtcanälchen auszeichnen.

Erklärung von Fig. 1 A und B, Taf. XII.

A. Halber Querschnitt eines Stachels von *Goniocidaris canaliculata* Ag.

ar = Axialer Röhrencomplex. Weiss die in der Schnittebene liegenden Röhrenwandungen; *af*, grau = die angeschnittenen Perforirungen derselben;

s = Radiärsepta in ihrer ganzen Radiärerstreckung geschnitten;

sf = Foramina der Radiärsepta, grau;

i = Interseptalräume;

ib = die den Radiärsepten ihren Zusammenhalt gebenden interseptalen Querbälkchen, grau;

d = Deckschicht;

dc = Canälchen, welche die Deckschicht durchbrechen und nach aussen münden;

k = oberflächliche Körner.

B. Längsschnitt durch ein Stachelstück von *Goniocidaris canaliculata* Ag.

ar = Axialer Röhrencomplex. Weiss die Röhrenwandungen, z. Th. von der Schnittebene getroffen, z. Th. unter derselben liegend; *af*, grau = die angeschnittenen Perforirungen derselben; schwarz die Perforirungen der unter der Schnittebene gelegenen Wandungen.

Rechts: Schnitt durch ein Radiärseptum = *s* in seiner ganzen Flächenausdehnung.

sf = Foramina des Septums in verticalen, alternirenden Reihen angeordnet, deshalb im Quincunx (schwarz);

d = Deckschicht;

k = oberflächliche Körner.

Links: Schnitt durch einen Interseptalraum = *i*. Weiss die Anschnitte der interseptalen Querbälkchen in verticalen, alternirenden Reihen = *ib*; dazwischen schwarz die ebenfalls im Quincunx stehenden Foramina = *sf* des tieferliegenden, deshalb grauen Radiärseptums = *s*;

d = Deckschicht mit sie durchsetzenden Canälchen = *dc*;

k = oberflächliche Körner.

Die Secundärstacheln der Cidariden, z. B. von *Dorocidaris papillata* Ag., unterscheiden sich structurell von den Hauptstacheln im Wesentlichen dadurch, dass ihnen die Deckschicht fehlt, und der axiale Röhrencomplex auf ein Minimum des Stacheldurchmessers reducirt ist; ausserdem

erscheinen die Radiärsepta im Querschnitt etwas massiger keilförmig und sind deshalb in geringerer Zahl vorhanden.

Der an obigem Beispiel erläuterte Typus des Cidaridenstachels hat eine ausserordentlich grosse geologische Verbreitung. Schon im Devon durch die Stacheln von *Xenocidaris*, im Carbon durch diejenigen von *Archaeocidaris*, im Perm durch solche von *Eocidaris* vertreten, erreicht dessen Verbreitung im Jura und nur wenig geringer in der Kreide ihren Höhepunkt. Seine Repräsentanten gehören ausser den oben genannten palaeozoischen Geschlechtern

Xenocidaris,
Archaeocidaris,
Eocidaris,

zunächst der Familie der Cidariden und deren Gattungen und Untergattungen:

Cidaris,
Rhabdocidaris z. Th.,
Leiocidaris,
Dorocidaris,
Porocidaris,
Goniocidaris,
Diplocidaris

an. Ausserdem aber weisen eine Anzahl Saleniden und Diadematiden, nämlich:

Acrosalenia,
Hemicidaris,
Acrocidaris,
Pseudodiadema z. Th.

den normalen Typus der *Cidaris*-Stacheln auf.

Über die geologische und generische Verbreitung des normalen *Cidaris*-Typus wird folgende Zusammenstellung der Echinoideen, die von uns mit Bezug auf ihre Mikrostructur untersucht und dem normalen *Cidaris*-Typus zugehörig gefunden wurden, eine Übersicht gewähren.

Was den Erhaltungszustand der Strukturverhältnisse dieser Stacheln betrifft, so ist zunächst zu constatiren, dass die für den *Cidaris*-Typus so charakteristische Deckschicht an vielen der untersuchten Exemplare nicht überliefert ist. Es mag dies darauf beruhen, dass die in warzen- oder dornenförmige Ornamente und körnelige Rauigkeiten auslaufende

Deckschicht an der umhüllenden Gesteinsmasse haften geblieben oder der oberflächlichen Abwitterung verfallen ist. So erklärt es sich, dass an einzelnen Präparaten von *Cidaris*-Stacheln die Deckschicht nur local erhalten geblieben ist, in anderen gänzlich fehlt, während dieselbe an noch anderen Exemplaren der nämlichen Species vollständig conservirt ist. Man darf deshalb mit Recht schliessen, dass diese Deckschicht auch dort, wo sie in den der Untersuchung zu Grunde liegenden Exemplaren jetzt nicht mehr nachzuweisen ist, bei allen die übrigen Kennzeichen des *Cidaris*-Typus zur Schau tragenden Stacheln ursprünglich vorhanden gewesen ist.

Devon.

1. *Xenocidaris clavigera* SCHULTZE.

L. SCHULTZE, Monographie der Echinodermen des Eifeler Kalkes. Denkschr. d. k. k. Akad. zu Wien. Math.-naturw. Cl. 26. 1867. p. 126. Taf. XIII Fig. 1, 3, 4¹.

Eifeler Kalk (Mitteldevon) des Mühlenbergs bei Gerolstein.

Als Vertreter des Genus *Xenocidaris* wurden Exemplare von *X. clavigera* SCHULTZE der mikroskopischen Untersuchung unterzogen. Der Erhaltungszustand dieser Stacheln ist nicht sehr gut; immerhin lässt sich an allen Präparaten die Stachelwand mit ihren streng radiär gestellten, sehr dicht stehenden, deshalb ausserordentlich zahlreichen lamellaren Septen — wir zählten deren an einem Präparat über 250 — deutlich erkennen, während der axiale Complex nur in einem der Präparate eine schärfere Gliederung zeigt. Danach kann man mit grosser Bestimmtheit annehmen, dass der axiale Complex aus ziemlich dickwandigen Röhren besteht. Die Deckschicht ist nicht erhalten. Trotzdem genügen aus den soeben dargelegten Gründen das Vorhandensein des axialen Röhrencomplexes und der streng radiär und dicht gestellten Septa, um die Zugehörigkeit dieser ältesten unserer mikroskopischen Untersuchung zugänglichen Echinoideenstacheln zum normalen *Cidaris*-Typus zu beweisen.

¹ Die Citate beziehen sich nur auf die maassgebenden Beschreibungen und Abbildungen der Stacheln des jedesmal genannten Seeigels.

Carbon.2. *Archaeocidaris rossica* M. V. K.

E. DESOR, Synopsis des Échinides fossiles. 1855. p. 156. t. XXI fig. 3—5.
(*Eocidaris rossica* DES.)

A. TORNQVIST, Beitrag zur Kenntniss von *Archaeocidaris*. Dies. Jahrb. 1896. II. p. 48.

Oberer Kohlenkalk von Miatschkowo bei Moskau.

TORNQVIST (s. o.) hat die Reste von *Archaeocidaris* aus dem oberen Kohlenkalk von Miatschkowo zwei Species zugeheilt, nämlich *A. rossica* M. V. K. und *A. Trautscholdi* TORNQV. Die Unterschiede beider beziehen sich jedoch nur auf die Corona; von den Stacheln heisst es p. 48: „*A. rossica* und *Trautscholdi* zeigen in dem Habitus der Stacheln keinen durchgreifenden Unterschied.“ In der Mikrostructur ihrer Stacheln schliesst sich *A. rossica* M. V. K. durch die sehr dicht und streng radiärgestellten Septen und den axialen Röhrencomplex unmittelbar an *Xenocidaris clavigera* SCH. an. Ausserdem aber ist die hier sehr dünne Deckschicht an einzelnen Stellen der Peripherie erhalten.

3. *Eocidaris Münsteriana* KON.

E. DESOR, Synopsis. p. 156.

Kohlenkalk von Tournay.

Die mikroskopische Untersuchung der uns vorliegenden Stacheln ergab, dass deren Structur durchgängig nur im peripheren Theile erhalten ist. Die weniger zahlreichen, daher auch kräftigeren und etwas mehr keilförmigen Radiärsepta, ferner der hier thatsächliche und gleich zu erklärende Mangel einer Deckschicht erweisen die directe Verwandtschaft dieser Stacheln zu denen der sub 4 genauer zu beschreibenden *Eocidaris Keyserlingi* GEINITZ aus dem Zechstein.

Perm.4. *Eocidaris Keyserlingi* GEINITZ.

H. B. GEINITZ, Die Versteinerungen des deutschen Zechsteingebirges. 1848. p. 16. Taf. VII Fig. 1, 2.

E. DESOR, Synopsis. p. 155. t. XXI fig. 15, 16.

K. KOLESCH, Über *Eocidaris Keyserlingi* GEIN. Jenaische Zeitschr. f. Naturwissensch. 20. N. F. XIII. 1887. p. 5—9. Taf. XXXVIII Fig. 4—19.

E. SPANDEL, Die Echinodermen des deutschen Zechsteins. p. 17—21. Taf. XIII Fig. 3.

Unterer Zechstein von Röpsen bei Gera und Corbussen bei Ronneburg.

KOLESCH giebt auf p. 8 der oben citirten Abhandlung eine Beschreibung der Mikrostruktur dieser Stacheln. Er ist zunächst der Ansicht, dass die Stacheln hohl sind und fährt weiter fort: „Rings um diesen centralen, stets hellgefärbten, aber impelluciden Theil ordnet sich eine Anzahl radiär gestellter Blätter, die ihrerseits aus oblongen, senkrecht übereinander liegenden, in radialer und tangentialer Richtung von innen nach aussen an Grösse zunehmenden Stücken bestehen; die Längsaxe der Oblongen ist der Längsaxe des Stachels parallel.“ Nach dieser Auffassung der structurellen Verhältnisse scheint es, dass Herrn KOLESCH recentes Vergleichsmaterial nicht zur Verfügung gestanden hat. Allerdings ist der Erhaltungszustand auch unserer *Eocidaris*-Stacheln ein sehr schlechter; von 10 Präparaten zeigten nur 2 die Mikrostruktur deutlich. An diesen Präparaten kann man wahrnehmen, dass die *Eocidaris*-Stacheln die Mikrostruktur der Secundärstacheln des normalen *Cidaris*-Typus besitzen, die sich in erster Linie durch Nichtvorhandensein der Deckschicht von den Hauptstacheln unterscheiden (s. o. p. 210). Die sehr regelmässig radiärgestellten, schlank keilförmigen, wenig zahlreichen Septa besitzen abgerundete periphere Enden, was mit dem Fehlen der Deckschicht in Zusammenhang steht, sie sind perforirt und durch sehr regelmässige concentrische Kreise von Querbälkchen miteinander verbunden. Der ebenso wie bei den recenten Secundärstacheln auf ein Minimum zurückgedrängte axiale Röhrencomplex ist an unseren Präparaten weniger gut erhalten, aber ohne Zweifel vorhanden. Dass „die Zahl der Radiärblätter stets ein Vielfaches von 3 ist“, wie KOLESCH auf p. 9 behauptet, konnten wir nicht bestätigt finden; wir zählten an unseren Schliften z. B. 29, 34 und 44 Septa.

Muschelkalk.

5. *Cidaris grandaeva* GOLDF.

- E. DESOR, Synopsis. p. 160. t. XXI fig. 1, 2.
 F. A. QUENSTEDT, Handbuch der Petrefactenkunde. 2. Aufl. 1867. p. 682.
 Taf. 61 Fig. 33, 37.
 R. WAGNER, Beiträge zur genaueren Kenntniss des Muschelkalkes bei Jena.
 Abhandl. d. geol. Landesanst. v. Preussen. 1897. p. 25, 47, 57, 58.

Muschelkalk von Grosshartmannsdorf und Jena.

Nach R. WAGNER (s. o.) kommen Stacheln von *Cidaris grandaeva* GOLDF. sowohl im höchsten Niveau des unteren, wie in drei Horizonten des oberen Wellenkalkes der Gegend von Jena recht reichlich vor. Nach ihrer Mikrostructur unterscheiden sich die Stacheln dieser verschiedenen Vorkommnisse nicht und weisen alle den normalen *Cidaris*-Typus auf.

Jura.

Die untersuchten, hierher gehörigen Stacheln aus der Jura- und Kreideformation weisen durchweg den normalen *Cidaris*-Typus auf, so dass deren Beschreibung bloss in Wiederholungen bestehen würde. Nur wo sich Modificationen der normalen Structur einstellen, ist dies hervorgehoben worden.

Die nachstehende Aufzählung der Stachelarten findet in alphabetischer Reihenfolge statt.

6. *Cidaris aspera* AG. = *C. Parandieri* AG. und
C. histricoides QUENST.

E. DESOR, Synopsis. p. 6. t. III fig. 6, 7.

F. A. QUENSTEDT, Der Jura. 1858. p. 729. Taf. 88 Fig. 64.

— Handbuch der Petrefactenkunde. p. 679. Taf. 61 Fig. 25.

Oxford des Streitberges und Malm von Muggendorf.

7. *Cidaris bradfordensis* WRIGHT.

E. DESOR, Synopsis. p. 432.

Bradford Clay von Tetbury, Wilts.

8. *Cidaris Blumenbachii* GOLDF.

A. GOLDFUSS, Petrefacta Germaniae I. 1826—1833. p. 117. Taf. XXXIX
Fig. 3 e—i.

F. A. QUENSTEDT, Der Jura. p. 645, 729.

— Handbuch der Petrefactenkunde. p. 680.

Oxford des Streitberges und von Elay, Bern.

9. *Cidaris cervicalis* AG.

E. DESOR, Synopsis. p. 8. t. III fig. 20, 21.

F. A. QUENSTEDT, Der Jura. p. 728.

Oberer Oxford vom Thiergarten, Solothurn.

10. *Cidaris coronata* GOLDF.

- A. GOLDFUSS, Petrefacta Germaniae I. p. 119. Taf. XXXIX Fig. 8c—m.
E. DESOR, Synopsis. p. 9. t. III fig. 28—32.
F. A. QUENSTEDT, Der Jura. p. 640. Taf. 79 Fig. 30—49.
— Handbuch der Petrefactenkunde. p. 678. Taf. 61 Fig. 17—19.

Malm des Böllartfelsen und vom Lochen bei Balingen, sowie von Mandack und Auenstein im Aargau; Kimmeridge von Hemmenthal, Schaffhausen.

11. *Cidaris Edwardsi* WRIGHT.

- E. DESOR, Synopsis. p. 425.
F. A. QUENSTEDT, Handbuch der Petrefactenkunde. p. 681.

Mittlerer Lias von Mikleton.

12. *Cidaris elegans* MÜNSTER.

- A. GOLDFUSS, Petrefacta Germaniae I. p. 118. Taf. XXXIX Fig. 5c—f.
E. DESOR, Synopsis. p. 8. t. III fig. 23, 24.
F. A. QUENSTEDT, Der Jura. p. 644, 728. Taf. 88 Fig. 75—77.
— Handbuch der Petrefactenkunde. p. 679. Taf. 62 Fig. 13.

Kimmeridge von Brauneck, Solothurn.

13. *Cidaris filigrana* AG.

- E. DESOR, Synopsis. p. 24. t. III fig. 12a, b.
F. A. QUENSTEDT, Der Jura. p. 645. Taf. 79 Fig. 59, 60, 68.
— Handbuch der Petrefactenkunde. p. 686.

Malm α vom Lochen und Böllart.

Axialer Röhrencomplex sehr stark entwickelt, über die Hälfte des Stacheldurchmessers in Anspruch nehmend.

14. *Cidaris florigemma* PHILL.

- A. GOLDFUSS, Petrefacta Germaniae I. p. 117. Taf. XXXIX Fig. 3c, d, e.
(*Cidarites Blumenbachii* MSTR.)
E. DESOR, Synopsis. p. 5. t. III fig. 14. (*Cidaris Blumenbachii* MSTR.)
F. A. QUENSTEDT, Handbuch der Petrefactenkunde. p. 680.
W. DAMES, Die Echiniden der nordwestlichen Jurabildungen I. Zeitschr.
d. deutsch. geol. Ges. 1872. p. 100. Taf. V Fig. 4.

Coral Rag von Bullington; Oxford von Graiterly, Bern, und des Mt. Terrible; Malm ϵ von Ulm.

15. *Cidaris marginata* GOLDF.

- A. GOLDFUSS, Petrefacta Germaniae I. p. 118. Taf. XXXIX Fig. 7c—f.
 E. DESOR, Synopsis. p. 9. t. III fig. 5.
 F. A. QUENSTEDT, Der Jura. p. 727. Taf. 88 Fig. 61.

Malm von Nattheim und vom Lochen.

16. *Cidaris propinqua* MSTR.

- A. GOLDFUSS, Petrefacta Germaniae I. p. 119. Taf. XL Fig. 1c, d.
 E. DESOR, Synopsis. p. 7. t. III fig. 25, 26.
 F. A. QUENSTEDT, Der Jura. p. 646. Taf. 79 Fig. 70—72.
 — Handbuch der Petrefactenkunde. p. 686. Taf. 62 Fig. 22.

Malm des Böllartfelsens und vom Lochen.

17. *Cidaris spinosa* AG.

- E. DESOR, Synopsis. p. 26. t. III fig. 2.
 F. A. QUENSTEDT, Handbuch der Petrefactenkunde. p. 686.

Malm vom Lochen.

18. *Cidaris submarginata* FELIX.

Malm von Ceno de Titania bei Tlaxiaco.

19. *Cidaris tuberculosa* QUENST.

- E. DESOR, Synopsis. p. 25. t. III fig. 11.
 F. A. QUENSTEDT, Der Jura. p. 728. Taf. 88 Fig. 65.
 — Handbuch der Petrefactenkunde. p. 686. Taf. 62 Fig. 11.

Malm von Sontheim.

20. *Rhabdocidaris anglosuevica* OPPEL = *Cidarites spinulosus* ROEM. und *Cidaris horrida* MERIAN.

- E. DESOR, Synopsis. p. 40. t. VIII fig. 14—16.
 A. OPPEL, Die Juraformation Englands, Frankreichs und des südwestlichen Deutschlands. Württemb. Naturw. Jahreshfte. Jahrg. 12. 1856. p. 554.
 W. DAMES, Die Echiniden der nordwestlichen Jurabildungen I. p. 99. Taf. V Fig. 3.

Dogger von Laufen und vom Hornberg; Malm des Hahnenkamm in Mittelfranken.

Die vorliegenden Stacheln zeichnen sich durch besonders prachtvollen Erhaltungszustand aus, der alle Einzelheiten des normalen *Cidaris*-Typus wiedergibt.

21. *Rhabdocidaris maxima* MÜNST.

A. GOLDFUSS, Petrefacta Germaniae I. p. 116. Taf. XXXIX Fig. 1b.

E. DESOR, Synopsis. p. 39. t. VIII fig. 17.

F. A. QUENSTEDT, Der Jura. p. 385—387, 454. Taf. 51 Fig. 10, 11, 13—20;
Taf. 62 Fig. 11.

— Handbuch der Petrefactenkunde. p. 679, 680.

Dogger von Laufen, vom Ipf und vom Lochen.

22. *Diplocidaris Desori* QUENST.

E. DESOR, Synopsis. p. 439.

Oberer Malm von Sontheim.

23. *Acrosalenia hemicydaroides* FORB.

Forest marble von Malmesbury, Wiltshire.

24. *Acrosalenia pustulata* FORB.

Bathonian, Gt. Oolite von Tiffield, Northhamptonshire;
Dogger von Gardley.

Die ausser den Hauptstacheln vorliegenden Secundärstacheln besitzen den auf p. 210 beschriebenen typischen Bau.

25. *Acrosalenia Wiltoni* WRIGHT.

Forest marble von Circencester, Gloucestershire.

An der vorliegenden Corona waren nur Secundärstacheln erhalten, welche die soeben citirte, auf p. 210 beschriebene Mikrostructur der recenten Secundärstacheln zeigen.

26. *Hemicidaris crenularis* AG.

E. DESOR, Synopsis. p. 51. t. XI fig. 5—8.

F. A. QUENSTEDT, Der Jura. p. 734.

— Handbuch der Petrefactenkunde. p. 683. Taf. 61 Fig. 43.

Oberer Oxford von Fringeli, Bern.

In einem Präparat zeigte sich ein Wachsthumring. Bei den grössten und massigsten Stacheln ist die Mikrostructur etwas weitmaschiger.

27. *Hemicidaris intermedia* FORB.

E. DESOR, Synopsis. p. 52. t. XI fig. 4.

W. DAMES, Die Echiniden der nordwestlichen Jurabildungen I. p. 103.
Taf. V Fig. 6.

Ausser Hauptstacheln mit normaler *Cidaris*-Structur standen auch Secundärstacheln zur Verfügung, die den auf p. 210 beschriebenen charakteristischen Bau besitzen.

Corallien von Wiltshire.

28. *Hemicidaris undulata* AG.

E. DESOR, Synopsis. p. 57. t. XI fig. 2.

Oberer Oxford von Fringeli, Bern.

29. *Acrocidaris nobilis* AG.

E. DESOR, Synopsis. p. 84. t. XIV fig. 11.

F. A. QUENSTEDT, Der Jura. p. 735. Taf. 89 Fig. 35.

Malm von Ceno de Titania bei Tlaxiaco.

30. *Pseudodiadema lobatum* WRIGHT.

Lower Lias von Lyme, Regis.

Kreide.

31. *Cidaris angulata* PÉR. et GAUTH.

Cenoman von Bon Saada, Algier.

32. *Cidaris clavigera* KOENIG.

E. DESOR, Synopsis. p. 13. t. VI fig. 15.

F. A. QUENSTEDT, Handbuch der Petrefactenkunde. p. 682. Taf. 61 Fig. 46.

CL. SCHLÜTER, Die regulären Echiniden der norddeutschen Kreide. II. Cidaridae, Salenidae. Abh. d. k. preuss. geol. Landesanst. N. F. Heft 5. 1892. p. 120—123.

Turon von Ahaus; Senon von Kent; Mornatien von Madrague près de St. Syr, Var.

33. *Cidaris dissimilis* FORB.

Lower Chalk von Dover.

34. *Cidaris Faujasii* DESOR.

E. DESOR, Synopsis. p. 33. t. V fig. 13.

CL. SCHLÜTER, Die regulären Echiniden der norddeutschen Kreide. II. Cidaridae, Salenidae. p. 139.

Senon von Falkenberg und Maastricht.

35. *Cidaris Hagenowi* DESOR.

E. DESOR, Synopsis. p. 32. t. V fig. 16.

Senon von Rügen.

36. *Cidaris Hardouini* DESOR.

E. DESOR, Synopsis. p. 35. t. VI fig. 6.

CL. SCHLÜTER, Die regulären Echiniden der norddeutschen Kreide. II. Cidaridae, Salenidae. p. 53.

Senon von Cibly und Maastricht.

37. *Cidaris hirudo* SORIGN.

CL. SCHLÜTER, Die regulären Echiniden der norddeutschen Kreide. II. Cidaridae, Salenidae. p. 146, 147.

Lower Chalk von Glynde, Sussex; Senon unweit der grossen Pyramide.

38. *Cidaris lingualis* DESOR.

E. DESOR, Synopsis. t. VI fig. 17.

CL. SCHLÜTER, Die regulären Echiniden der norddeutschen Kreide. II. Cidaridae, Salenidae. p. 206, 207.

Senon von Rügen.

39. *Cidaris muricata* A. ROEMER.

F. A. ROEMER, Die Versteinerungen des norddeutschen Kreidegebirges. 1841. p. 29. Taf. 6 Fig. 10 z. Th. *Cidaris variabilis* DUNK. u. KOCH.

E. DESOR, Synopsis. p. 31. t. V fig. 5.

CL. SCHLÜTER, Die regulären Echiniden der norddeutschen Kreide. II. Cidaridae, Salenidae. p. 81, 82. Taf. 8 Fig. 20, 21.

Hilsthon des Elligser Brink.

40. *Cidaris* cf. *perornatu* FORB.

CL. SCHLÜTER, Die regulären Echiniden der norddeutschen Kreide. II. Cidaridae, Salenidae. p. 139.

Upper Chalk von Kent.

41. *Cidaris pistillum* QUENST.

F. A. ROEMER, Die Versteinerungen des norddeutschen Kreidegebirges. p. 29 z. Th. Taf. VI Fig. 6. *Cidaris stemmacantha* AG.

E. DESOR, Synopsis. p. 32. t. V fig. 17, 19.

F. A. QUENSTEDT, Handbuch der Petrefactenkunde. p. 686. Taf. 62 Fig. 20.

CL. SCHLÜTER, Die regulären Echiniden der norddeutschen Kreide. II. Cidaridae, Salenidae. p. 156, 157.

Senon von Rügen.

In dem kronenartig erweiterten Scheitel dieser Stacheln zeigt die Mikrostructur ein insofern abweichendes Bild, als sich hier die Radiärsepten zu einer Anzahl fiederständiger Gruppen vereinigen, ganz ebenso, wie bei den weiter unten sub 78 beschriebenen Stacheln von *Cidaris Hausmanni* WISSM. aus den St. Cassian-Schichten.

42. *Cidaris cf. pseudopistillum* COTT.

F. A. ROEMER, Die Versteinerungen des norddeutschen Kreidegebirges. p. 29 z. Th. Taf. VI Fig. 6.

CL. SCHLÜTER, Die regulären Echiniden der norddeutschen Kreide. II. Cidaridae, Salenidae. p. 148—152.

Untersenen des Sudmer Berges bei Goslar.

43. *Cidaris punctatissima* AG.

E. DESOR, Synopsis. p. 35. t. VI fig. 5.

Neocom von Lates, Var.

44. *Cidaris pyrenaica* COTT.

Neocom von Lates, Var.

45. *Cidaris Reussi* GEINITZ.

H. B. GEINITZ, Charakteristik der Schichten und Petrefacten des sächsisch-böhmischen Kreidegebirges. 1839—42. III. Heft. p. 90. *Cidaris papillata* MANT.

— Das Elbthalgebirge in Sachsen II. Der mittlere und obere Quader. Palaeontograph. 20. II. 1872—75. p. 7. Taf. 2 Fig. 6.

A. E. REUSS, Die Versteinerungen der böhmischen Kreideformation. 1845—46. II. Abth. p. 57. Taf. XX Fig. 22. *Cidaris papillata* MANT.

CL. SCHLÜTER, Die regulären Echiniden der norddeutschen Kreide. II. Cidaridae, Salenidae. p. 166, 167. Taf. 14 Fig. 8, 10.

Oberer Pläner von Strehlen.

46. *Cidaris sceptrifera* MANT.

F. A. ROEMER, Die Versteinerungen des norddeutschen Kreidegebirges. p. 28.

E. DESOR, Synopsis. p. 13. t. V fig. 28.

CL. SCHLÜTER, Die regulären Echiniden der norddeutschen Kreide. II. Cidaridae, Salenidae. p. 182, 183.

Senon von Hörer bei Hannover; Upper Chalk von ?

47. *Cidaris Sorigneti* DESOR.

- H. B. GEINITZ, Charakteristik der Schichten und Petrefacten des sächsisch-böhmischen Kreidegebirges. p. 90. *Cidaris clavigera* KÖNIG.
— Das Elbthalgebirge in Sachsen I. Der untere Quader. Palaeontograph. 20. I. 1871—75. p. 68. Taf. 15 Fig. 1—19.
A. E. REUSS, Die Versteinerungen der böhmischen Kreideformation. II. Abth. p. 57. Taf. XX Fig. 17—19. *Cidaris clavigera* KÖNIG.
E. DESOR, Synopsis. p. 446. Taf. VI Fig. 16.

Cenomaner Pläner von Plauen und dem Gamighügel bei Dresden.

48. *Cidaris spinigera* COTT.

Neocom von Lates, Var.

49. *Cidaris cf. subvesiculosa* D'ORB.

- A. E. REUSS, Die Versteinerungen der böhmischen Kreideformation. II. Abth. p. 57, 58. Taf. XX Fig. 23, 24. *Cidaris armata* REUSS.
E. DESOR, Synopsis. p. 13. t. V fig. 27.
H. B. GEINITZ, Das Elbthalgebirge in Sachsen II. p. 6, 7. Taf. 2 Fig. 1, 3, 4.
CL. SCHLÜTER, Die regulären Echiniden der norddeutschen Kreide. II. Cidaridae, Salenidae. p. 139—146.

Senon unweit der grossen Pyramide und von Rügen.

50. *Cidaris vesiculosa* GOLDF.

- A. GOLDFUSS, Petrefacta Germaniae I. p. 120. Taf. XL Fig. 2 d, e, g.
H. B. GEINITZ, Charakteristik der Schichten und Petrefacten des sächsisch-böhmischen Kreidegebirges. p. 89. Taf. XXII Fig. 1.
— Das Elbthalgebirge in Sachsen I. p. 65—67. Taf. 14 Fig. 1, 8—27.
F. A. ROEMER, Die Versteinerungen des norddeutschen Kreidegebirges. p. 28.
A. E. REUSS, Die Versteinerungen der böhmischen Kreideformation. II. Abth. p. 57 z. Th. Taf. XX Fig. 14, 16.
E. DESOR, Synopsis. p. 11, 12. t. V fig. 24, 25.
F. A. QUENSTEDT, Handbuch der Petrefactenkunde. p. 682, 686. Taf. 61 Fig. 49.
CL. SCHLÜTER, Die regulären Echiniden der norddeutschen Kreide. II. Cidaridae, Salenidae. p. 134—137.

Cenoman von Essen in Westfalen und Le Havre; cenomaner Pläner von Kahlbusch bei Dresden; Untersenon des Sudmer Berges bei Goslar.

51. *Cyphosoma Koenigi* MANT.

- E. DESOR, Synopsis. p. 86, 87. t. XV fig. 4. *Phymosoma Koenigii*.

Upper Chalk von Kent; Obersenon von Lüneburg.

Die zahlreichen Querschnitte, welche durch Stacheln dieser Species ausgeführt wurden, zeigen kein besonders klares Bild, lassen jedoch soviel erkennen, dass sie keinesfalls dem *Diadema*-Typus angehören, den sie nach der systematischen Stellung der Gattung *Cyphosoma* aufweisen müssten. Zunächst besitzen sie einen in mehreren Präparaten sehr scharf erhaltenen axialen Röhrencomplex, welcher dem *Diadema*-Typus fehlt, ferner sind die Radiärsepta lamellar und so zahlreich und dicht wie bei *Cidaris*, ganz abweichend von den beilförmigen Septen von *Diadema*. Danach ist es wahrscheinlich, dass die Stacheln von *Cyphosoma* dem *Cidaris*-Typus angehören. Freilich ist die für letzteren so charakteristische Deckschicht an keinem der Präparate erhalten, was jedoch, wie p. 211 erwähnt, auch bei weniger gut erhaltenen Stacheln des *Cidaris*-Typus vorkommt. Eine in allen Dünnschliffen der Stacheln von *Cyphosoma* sich zeigende, bei echten *Cidaris*-Stacheln nirgends beobachtete Erscheinung sind Anwachsringe, die sich zu zweien oder dreien wiederholen.

Das gleiche structurelle Bild, wie die eben beschriebenen Stacheln von *Cyphosoma Koenigi* MANT. zeigen diejenigen von

52. *Cyphosoma granulorum* GOLDF.

E. DESOR, Synopsis. p. 87.

Upper Chalk von Kent.

53. *Pseudodiadema variolare* COTT.

Cenoman von Essen a. d. Ruhr.

Tertiär.

54. *Cidaris avenionensis* DESM.

E. DESOR, Synopsis. p. 17. t. VII fig. 7, 8.

Untermiocän von Serravalle-Louisa, Piemont.

55. *Cidaris interlineata* D'ARCH.

E. DESOR, Synopsis. p. 37. t. VII fig. 19.

W. DAMES, Die Echiniden der Vicentinischen und Veronesischen Tertiärablagerungen. 1877. Palaeontograph. 25. 3. Folge. 1. p. 8.

Oligocän von Montecchio maggiore.

56. *Cidaris Münsteri* SISM.

E. DESOR, Synopsis. p. 38. t. VII fig. 4.

Mittleres Pliocän von Savona.

Bei der Herstellung der Präparate ergab sich die Thatsache, dass die Stacheln noch nicht in Kalkspathindividuen verwandelt waren und sich in der Beschaffenheit ihres Kalkskelets genau wie recente Stacheln verhielten.

57. *Cidaris oligocena* GR.

Jongrian von Malta.

58. *Cidaris Oosteri* LAUBE.

W. DAMES, Die Echiniden der Vicentinischen und Veronesischen Tertiärablagerungen. p. 8. Taf. I Fig. 4.

Eocän von Lonigo und Castel zi bei Vicenza.

59. *Cidaris Schwabenaui* LAUBE.

G. LAUBE, Die Echinoideen der österr.-ungarischen Tertiärablagerungen. 1871. Abh. d. k. k. geol. Reichsanst. 5. Heft 3. p. 4. Taf. XVI Fig. 1.

Jüngere Mediterranstufe von Neudorf a. d. March.

60. *Cidaris spinigera* DAMES.

W. DAMES, Die Echiniden der Vicentinischen und Veronesischen Tertiärablagerungen. p. 7. Taf. I Fig. 2.

Eocän des Monte Granelà.

61. *Rhabdocidaris anhaltina* GIEBEL.

TH. EBERT, Die Echiniden des nord- und mitteldeutschen Oligocäns. Abh. zur geol. Specialk. v. Preussen u. d. Thüring. Staaten. 9. Heft 1. 1889. p. 74. Taf. X Fig. 21—24.

Unteroligocän von Lattorf.

Wie bei den Stacheln von *Cidaris Münsteri* SISM. (p. 224) war auch bei denen der *Rhabdocidaris anhaltina* GIEBEL eine Imprägnirung mit krystallinem Kalkspath noch nicht erfolgt, weshalb durch deren Dünnschliffe besonders klare Bilder erzielt wurden.

62. *Leiocidaris cf. alta* DAMES.

W. DAMES, Die Echiniden der Vicentinischen und Veronesischen Tertiärablagerungen. p. 11, 12.

Eocän von Ronca.

63. *Leiocidaris itala* LAUBE.

W. DAMES, Die Echiniden der Vicentinischen und Veronesischen Tertiärablagerungen. p. 10, 11. Taf. I Fig. 7.

Eocän von Lonigo und von Mokattan, Kairo.

64. *Porocidaris Schmidelii* MÜNST.

A. GOLDFUSS, Petrefacta Germaniae I. p. 120, 121. Taf. XL Fig. 4.

E. DESOR, Synopsis. p. 47. t. VII fig. 22.

F. A. QUENSTEDT, Handbuch der Petrefactenkunde. p. 687.

Eocän von Mokattan, Kairo.

65. *Porocidaris Schmidelii* MÜNST. var. *aegyptica* M.-E.

Eocän von Hadi el Tih bei Kairo.

66. *Porocidaris serrata* D'ARCH.

E. DESOR, Synopsis. p. 47, 48. t. VII fig. 23.

W. DAMES, Die Echiniden der Vicentinischen und Veronesischen Tertiärablagerungen. p. 13.

Eocän von Montecchio und Vicenza.

67. Besonderer Erwähnung bedürfen diejenigen Seeigelstacheln, die DAMES in seiner soeben citirten Arbeit über die regulären Echiniden der Vicentinischen und Veronesischen Tertiärablagerungen (p. 16, 17. Taf. I Fig. 12) zu *Leiopedina Tallavignesi* CORT. stellt. Uns lagen zahlreiche Exemplare dieser Stacheln, und zwar aus dem Eocän von Lonigo und Jovizzo alto im Vicentin, vor. Präparate derselben zeigten durchweg den normalen *Cidaris*-Typus selbst mit Erhaltung der dünnen Deckschicht. Danach gehören diese Stacheln höchst wahrscheinlich nicht zu *Leiopedina*, da die Stacheln dieser zu der Familie der Echiniden gehörigen Gattung den durchweg für letztere Gruppe charakteristischen, vom *Cidaris*-Typus abweichenden Bau aufweisen müssten.

Quartär.

68. *Cidaris multimammata* DAMES.

Quartär von Melos.

69. *Cidaris metularia* BL.

A. AGASSIZ, Revision. p. 585. t. I c fig. 23, 24; t. I g fig. 1; t. XXXV fig. 3.

Recent; Kosseir, Rothes Meer.

70. *Cidaris Thourasii* VAL.

A. AGASSIZ, Revision. p. 385, 386. t. I c fig. 1—5; t. XXXV fig. 2.

Recent; Californien.

71. *Dorocidaris papillata* AG.

A. AGASSIZ, Revision. p. 254—258, 386. t. I; t. 1b; t. 1c fig. 25—33.

Recent; Mittelmeer.

72. *Goniocidaris canaliculata* AG. (p. 208. Taf. XII Fig. 1).

73. *Goniocidaris tubaria* LÜTK.

A. AGASSIZ, Revision. p. 397. t. 1c fig. 9—14; t. 1e fig. 32—36.

Recent; Tasmanien.

Modificationen des Cidaris-Typus.

Während in der Mikrostructur der Stacheln aller oben aufgeführten Seeigel der normale *Cidaris*-Typus constant und mit nur ganz geringfügigen Variationen ausgeprägt ist, machen sich in anderen nächstverwandten Formen mehr oder weniger wesentliche, z. Th. recht auffällige Modificationen dieses Normaltypus geltend, ohne jedoch diesen vollständig zu verdunkeln. Zur Illustration dieser Erscheinung mögen die folgenden Darlegungen dienen.

a) Die Cidaris-Stacheln aus den St. Cassian-Schichten.

Der mikroskopische Bau der Echinoideenstacheln aus den St. Cassian-Schichten bietet ein ausserordentlich schwankendes, ja wirres Bild. In dieser Erscheinung kommt die Thatsache zum histologischen Ausdruck, dass auch der äussere Habitus der hierher gehörigen zahlreichen Stacheln ein sehr mannigfaltiger und bei den Stacheln selbst ein und derselben Species sehr vielgestaltig ist, und zwar in einem solchen Maasse, dass die Zugehörigkeit dieser wechsellvollen Gruppen von Stacheln zu gewissen Echinoideenarten sehr grossen Schwankungen in der Auffassung der einzelnen Autoren unterworfen ist. Man vergleiche nur die grosse Zahl von Synonymen, welche G. LAUBE (Die Fauna der Schichten von St. Cassian I. Denkschr. d. K. K. Akad. zu Wien. 1865. Math.-Naturw. Classe. 24) z. B. über seiner *Cidaris Römeri* WISSM. p. 287,

seiner *C. semicostata* MÜNST. p. 289, seiner *C. flexuosa* MÜNST. p. 290, 291, oder seiner *C. Braunii* DES. p. 293 anführt.

Zunächst ist unter den Cassianer Seeigelstacheln der durchaus normale *Cidaris*-Typus vertreten; dies gilt in vollstem Maasse von den Stacheln von

74. *Cidaris decorata* MÜNST.

E. DESOR, Synopsis. p. 22. t. II fig. 32.

G. LAUBE, Die Fauna der Schichten von St. Cassian. 1. p. 290. Taf. X Fig. 5. und von

75. *Cidaris Wissmanni* DESOR.

E. DESOR, Synopsis. p. 22. t. II fig. 19.

G. LAUBE, Die Fauna der Schichten von St. Cassian. 1. p. 291. Taf. X Fig. 8.

An den vorliegenden Präparaten dieser beiden Stachelarten ist das mikroskopische Bild des normalen *Cidaris*-Typus bis ins kleinste und in grösster Schärfe ausgeprägt. Nur vermisst man an ihnen die oben von den typischen Hauptstacheln der *Goniocidaris canaliculata* AG. beschriebene und auch an den übrigen *Cidaris*-Stacheln so oft noch anzutreffende Deckschicht. Dieser Mangel dürfte jedoch auch hier, wie bereits oben p. 211 und 212 erörtert, nur einem unvollständigen Erhaltungszustand zuzuschreiben sein. Dieser hierdurch wahrscheinlich gemachte spätere Verlust der ursprünglich vorhandenen Deckschicht wiederholt sich auch bei allen übrigen, in ihrer inneren Structur aber von dem normalen *Cidaris*-Typus abweichenden Stacheln aus den St. Cassian-Schichten.

Unter letzteren stehen dem normalen *Cidaris*-Typus am nächsten die Stacheln von

76. *Cidaris biformis* MÜNST.

E. DESOR, Synopsis. p. 21. t. II fig. 26.

G. LAUBE, Die Fauna der Schichten von St. Cassian. 1. p. 292. Taf. X Fig. 9. und von

77. *Cidaris similis* DES. = *C. baculifera* MÜNST.

E. DESOR, Synopsis. p. 22. t. II fig. 28.

G. LAUBE, Die Fauna der Schichten von St. Cassian. 1. p. 293. Taf. X Fig. 6. *Cidaris Braunii* DES.

VON LAUBE wird *Cidaris similis* DES. zu *C. Braunii* gezogen. Die unten auf p. 230 geltend gemachten äusseren Unterschiede von *C. Braunii* DES., ganz besonders aber die

ausserordentlich abweichende mikroskopische Structur der Stacheln dieser beiden Species machen jedoch die Aufrechterhaltung von *C. similis* DES. = *C. baculifera* MÜNST. gegenüber *C. Braunii* DES. als selbständige Form nothwendig.

Die Stacheln von *Cidaris biformis* MÜNST. und von *C. similis* DES. unterscheiden sich structurell von den eben beschriebenen Stacheln von *C. decorata* MÜNST. und von *C. Wissmanni* DES. nur dadurch, dass die auch bei ihnen sehr eng stehenden Radiärsepte ihre dort vollkommene Geradflächigkeit eingebüsst und einen schwach wellenförmigen Verlauf angenommen haben. Hiermit steht zugleich eine mehrfache Dichotomirung dieser Radiärsepte in Zusammenhang.

Etwas weiter vom normalen *Cidaris*-Typus entfernen sich die Stacheln von

78. *Cidaris Hausmanni* WISSM. (Textfig. 1).

E. DESOR, Synopsis. p. 19. t. II fig. 2.

G. LAUBE, Die Fauna der Schichten von St. Cassian. 1. p. 284. Taf. IX Fig. 13.

Die Wand dieser mit gekörnelten Aussenrippen versehenen Stacheln zeichnet sich in ihrem mikroskopischen Bau dadurch

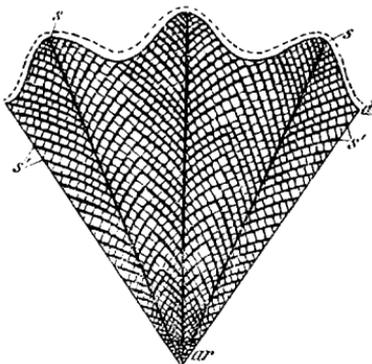


Fig. 1. Theil des Querschnittes eines Stachels von *Cidaris Hausmanni* WISSM.

ar = axialer Röhrencomplex; s = Radiärsepta; s' = fiederständige Septa; d = Ergänzung der nicht erhaltenen Deckschicht¹.

aus, dass sich an die weitläufig stehenden, den Kanten der Aussenrippen zulaufenden Radiärsepte beiderseits, also fiederständig, kurze, ebenso zarte Septa ansetzen. Jedes solches Fiedersystem stösst an demjenigen der beiden benachbarten Radiärsepte ab. Der axiale Röhrencomplex nimmt nur einen sehr geringen Raum ein.

Ganz abweichende histologische Bilder gewähren die Präparate der grossen Mehr-

zahl der übrigen St. Cassianer Stacheln.

¹ In den Textfiguren 1, 2 und 3 sind die Perforationen des axialen Röhrencomplexes (Fig. 1, 3), der Axialscheide (Fig. 2) und der Radiärsepta (Fig. 1, 2, 3) nicht wiedergegeben worden, um die Klarheit der Abbildungen nicht zu beeinträchtigen.

Am weitesten vom normalen *Cidaris*-Typus entfernen sich die Stacheln von

79. *Cidaris Braunii* DES. = *C. catenifera* MÜNST. und
C. Wächteri WISSM.

E. DESOR, Synopsis. p. 21, 22. t. II fig. 27, 33.

G. LAUBE, Die Fauna der Schichten von St. Cassian. 1. p. 293. Taf. X
Fig. 6.

und von

80. *Cidaris trigona* MÜNST.

E. DESOR, Synopsis. p. 19. t. II fig. 3.

G. LAUBE, Die Fauna der Schichten von St. Cassian. 1. p. 285. Taf. VIII b
Fig. 6.

F. A. QUENSTEDT, Handbuch der Petrefactenkunde. p. 687.

Bei beiden Stachelarten haben die Septa der Stachelwand die für den normalen *Cidaris*-Typus charakteristische Geradflächigkeit verloren, ihre gegenseitige dichte Stellung eingebüsst, die die Septa verbindenden Querbälkchen sind deshalb länger geworden, so dass der Querschnitt der Wand den Anblick eines unregelmässig grobmaschigen, aber immer noch von Radiärstructur beherrschten Netzes gewährt. Am weitmaschigsten ist dasselbe bei *C. trigona* MÜNST., wo zugleich der axiale Complex von polygonalen, prismatischen Röhren die grösste räumliche Ausdehnung erlangt.

Auf p. 294 seiner oben citirten Abhandlung sagt LAUBE von *Cidaris Braunii* DES.:

„MÜNSTER zerfällt diese eine Form in drei. Die grossen Individuen sind seine *C. catenifera*, von DESOR *C. Braunii* genannt; davon trennt er *C. baculifera*; DESOR *C. similis*, deren Unterschied in der schmälern Form besteht. Allein eine genauere Vergleichung zeigt, dass sie mit der früheren vollkommen im Baue übereinstimmt. Auch hier ist die wirtelförmige Ordnung der freilich weniger zahlreich in einer Reihe stehenden Stacheln sehr deutlich, und die übrigen Theile wohl einander entsprechend, so dass diese Form demnach zur vorigen Art gehörig erscheint. Von *C. Wächteri* sagt MÜNSTER selbst, sie sei eine Übergangsform zu *C. catenifera*, lediglich verschieden durch ihre geringere Grösse. Es bleibt demnach kein Zweifel, dass diese drei Formen in eine zusammenzuziehen sind.“

Die mikroskopische Untersuchung der Stacheln dieser Gruppe, die uns in allen soeben erwähnten, nur geringfügigen Modificationen vorlagen, ergab, dass sich *Cidaris Braunii* DES., *C. catenifera* MÜNST. und *C. Wächteri* WISSM. in ihrer Mikrostruktur vollständig decken, also, wie bereits LAUBE vorschlug, unter dem Speciesnamen *C. Braunii* DES. vereinigt werden können. *C. similis* DES. = *C. baculifera* MÜNST. hingegen, die sich schon äusserlich durch ihre auffallend schlankere und schwächere Form auszeichnet, trägt das bereits auf p. 228 beschriebene, ganz abweichende Structurbild zur Schau, muss demnach als selbständige Form von *C. Braunii* DES. abgetrennt werden.

Bei vielen anderen St. Cassianer Stacheln wird das sich in ihrem Querschnitte ergebende Structurbild durch den selbst an ein und demselben Exemplar inconstanten, bald engeren, bald weitläufigeren Stand, sowie durch den wenig regelmässigen Verlauf der Septen, durch die sich zuweilen einstellende Dichotomirung derselben, durch sich in unregelmässigen Abständen einstellende Interseptalgebilde zu einem sehr verschwommenen und wechselvollen.

Hierher gehören die Stacheln von

81. *Cidaris alata* AG.

E. DESOR, Synopsis. p. 19. t. II fig. 5.

G. LAUBE, Die Fauna der Schichten von St. Cassian. 1. p. 286. Taf. VIII b Fig. 8.

F. A. QUENSTEDT, Handbuch der Petrefactenkunde. p. 687. Taf. 62 Fig. 18.

82. *Cidaris Buchii* MÜNST.

A. GOLDFUSS, Petrefacta Germaniae I. p. 121. Taf. XI Fig. 5.

E. DESOR, Synopsis. p. 20. t. II fig. 8.

G. LAUBE, Die Fauna der Schichten von St. Cassian. 1. p. 288. t. X Fig. 2.

F. A. QUENSTEDT, Handbuch der Petrefactenkunde. p. 687. Taf. 62 Fig. 10.

BENECKE, Über *Cidaris Buchi* MÜNST. Dies. Jahrb. 1884. II. p. 132–134.

83. *Cidaris dorsata* BRAUN.

E. DESOR, Synopsis. p. 19. t. II fig. 4.

G. LAUBE, Die Fauna der Schichten von St. Cassian. 1. p. 283. Taf. IX Fig. 12.

84. *Cidaris fustis* LAUBE.

G. LAUBE, Die Fauna der Schichten von St. Cassian. 1. p. 290. Taf. X Fig. 4.

85. *Cidaris Römeri* WISSM. = *C. globifera* KLIPST. und
C. Tyrolensis DES.

E. DESOR, Synopsis. p. 19, 20. t. II fig. 6, 7, 9.

G. LAUBE, Die Fauna der Schichten von St. Cassian. 1. p. 287. Taf. X Fig. 1.

F. A. QUENSTEDT, Handbuch der Petrefactenkunde. p. 687. Taf. 62 Fig. 24.

86. *Cidaris scrobiculata* BRAUN.

E. DESOR, Synopsis. p. 19. t. II fig. 1.

G. LAUBE, Die Fauna der Schichten von St. Cassian. 1. p. 285. Taf. VIIIb
Fig. 7.

87. *Cidaris semicostata* MÜNST. = *C. Klipsteini* MARC
und *C. perplexa* DES.

E. DESOR, Synopsis. p. 20, 21. t. II fig. 10, 13, 15.

G. LAUBE, Die Fauna der Schichten von St. Cassian. 1. p. 289. Taf. X Fig. 3.

Eine der auffälligsten Bauweisen von allen St. Cassianer
Stacheln besitzen diejenigen von

88. *Cidaris flexuosa* MÜNST. (Textfig. 2) = *C. Brandis*
KLIPST., *O. Mayeri* KLIPST. und *C. cingulata* MÜNST.

E. DESOR, Synopsis. p. 22, 23. t. II fig. 17, 24, 29, 30, 31.

G. LAUBE, Die Fauna der Schichten von St. Cassian. 1. p. 290, 291. Taf. X
Fig. 7.

Schon die von LAUBE (s. o.) gegebene Abbildung lässt
vermuthen, dass dieser Stachel hohl ist, wenn dies in der
zugehörigen text-
lichen Beschreibung
auch nicht erwähnt
wird. Präparate von
drei verschiedenen
Stacheln bestätigten
diese Vermuthung.
Die verhältnissmäs-
sig dünne Stachel-
wand besteht, wie
bei dem normalen
Cidaris-Typus, aus
ziemlich eng gestell-
ten Radiärsepten;

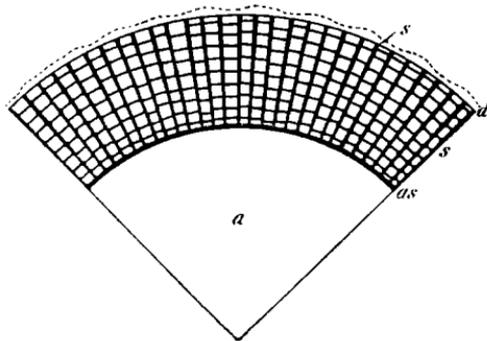


Fig. 2. Theil des Querschnittes eines Stachels von
Cidaris flexuosa MÜNST. a = Axialcanal; as = Axial-
scheide; s = Radiärsepta; d = Ergänzung der nicht er-
haltenen Deckschicht.

dieselben werden durch kräftige Interseptalbalkchen verbunden,
wodurch im Querschnitte ein ziemlich regelmässig maschiges

Netz erzeugt wird. Nach innen wird diese Wand durch eine scharf entwickelte, aber sehr dünne Axialscheide abgeschlossen. Das Lumen des von dieser letzteren umfassten Axialcanales ist ein sehr beträchtliches, beträgt nicht weniger als zwei Drittel des Stacheldurchmessers und ist von krystallinischem Kalkspath oder von Gesteinsschlamm erfüllt.

An dieser Stelle muss jedoch auf den specielleren Verlauf derartiger, wie scheint, höchst inconstanter Structurmodifikationen innerhalb der Gruppe der St. Cassianer Stacheln als zu weit führend verzichtet und einer anderweitigen monographischen Behandlung überlassen werden.

b) *Rhabdocidaris*-Modification.

Bei der ausserordentlichen Mannigfaltigkeit und Variabilität in der Gestaltung der *Rhabdocidaris*-Stacheln erwies es sich als nothwendig, eine grössere Anzahl von Präparaten möglichst extremer Formen der mikroskopischen Untersuchung zu unterwerfen. Hierbei zeigte sich, dass gewisse, und zwar namentlich normal cylindrische Formen, z. B. *Rhabdocidaris anglosuevica* OPPEL (p. 217), *Rh. maxima* MÜNST. (p. 218), *Rh. anhaltina* GIEBEL (p. 224), z. Th. aber auch solche von ausgesprochen dreikantigem Querschnitt, wie z. B. eine Varietät von *Rh. maxima* MÜNST. vollkommen normale *Cidaris*-Structur besitzen, die mit derjenigen von *Goniocidaris canaliculata* Ag. bis ins kleinste übereinstimmt. Etwas anders hingegen erwiesen sich die Structurverhältnisse bei solchen Stachelformen, die sich durch langovalen bis breitgedrückt lappigen oder aber auch dreiflügeligen Querschnitt kennzeichnen, so bei den Stacheln von

89. *Rhabdocidaris caprimontana* DESOR.

Malm vom Hundsrück (Schafberg) und vom Geissberg bei Brugg.

90. *Rhabdocidaris copeoides* DESOR.

E. DESOR, Synopsis. p. 41. t. IX fig. 3—7.

F. A. QUENSTEDT, Der Jura. p. 513. Taf. 68 Fig. 26.

Oxford von Etivey, Yonne.

91. *Rhabdocidaris nobilis* MÜNST.A. GOLDFUSS, *Petrefacta Germaniae* I. p. 117. Taf. XXXIX Fig. 4.E. DESOR, *Synopsis*. p. 41. t. VIII fig. 10.F. A. QUENSTEDT, *Der Jura*. p. 643, 730. Taf. 79 Fig. 56, 57; Taf. 88 Fig. 73, 74.— *Handbuch der Petrefactenkunde*. p. 679. Taf. 61 Fig. 52.Malm γ vom Böllert bei Balingen.92. *Rhabdocidaris Orbignyana* DESOR.E. DESOR, *Synopsis*. p. 40. t. VIII fig. 7--9.F. A. QUENSTEDT, *Der Jura*. p. 646. Taf. 79 Fig. 52.Malm α vom Lochen.93. *Rhabdocidaris trispinata* QUENST.E. DESOR, *Synopsis*. p. 42. t. VIII fig. 12.F. A. QUENSTEDT, *Der Jura*. p. 731. Taf. 89 Fig. 2.— *Handbuch der Petrefactenkunde*. p. 680. Taf. 62 Fig. 9.

Malm von Sontheim.

Bei allen diesen Stacheln ist zwar der Grundtypus der normalen *Cidaris*-Structur nicht zu verkennen. Doch haben die Radiärsepta ihre eng aneinander gedrängte Lage verloren und eine beträchtlich weitläufigere Stellung angenommen. Nach der Peripherie des Stachels stellt sich, z. B. bei *Rhabdocidaris Orbignyana* Des., eine mehrfache, zuweilen mit Anastomose verbundene Dichotomirung der Septen ein, zugleich mehrt sich die Zahl der Querbälkchen. Infolge dessen erscheint die Structur der randlichen Zone der Stachelwand im Querschnitt ausserordentlich engmaschig, im schroffen Gegensatz zu dem weitläufigen Verlaufe der Septa und Bälkchen weiter im Innern.

Ähnlich verhalten sich die Stacheln von

94. *Cidaris conoidea* QUENST.E. DESOR, *Synopsis*. p. 30. t. IV fig. 3.F. A. QUENSTEDT, *Der Jura*. p. 735. Taf. 89 Fig. 39.— *Handbuch der Petrefactenkunde*. p. 686. Taf. 62 Fig. 16.Malm ϵ von Örlingen bei Ulm.

Bei den Stacheln dieser Species nimmt ausserdem der axiale Complex einen beträchtlich grösseren Raum als bei dem normalen *Cidaris*-Typus ein und scheint sich nicht aus

einem verticalen Röhrensysteme, sondern aus einem spongiösen, eckigen Maschenwerke von feinen, scharfwinkligen Spiculis aufzubauen.

c) **Glandifera-Modification.**

95. *Cidaris glandifera* GOLDF.

A. GOLDFUSS, Petrefacta Germaniae I. p. 120. Taf. XI. Fig. 3.

E. DESOR, Synopsis. p. 28. t. IV fig. 10.

F. A. QUENSTEDT, Handbuch der Petrefactenkunde. p. 685. Taf. 62 Fig. 19.

Malm von Bayreuth (?); Cenoman vom Libanon.

Nach ihrem allgemeinen histologischen Habitus verrathen zwar auch die eichelartig aufgeblähten Stacheln von *Cidaris glandifera* GOLDF. ihre Zugehörigkeit zum *Cidaris*-Typus, doch haben die Radiärsepten die ausserordentlich regel- und gleichmässige Stellung und ihre scharfe Individualität eingebüsst, erleiden an vielen Stellen Dichotomirungen und nehmen einen etwas geschlängelten Verlauf an, so dass der Querschnitt der Wand ein etwas verschwommenes Bild bietet, das jedoch immerhin noch deutlich von radiärem Bau beherrscht wird. Der axiale Röhrencomplex zeigt den charakteristischen Habitus, ebenso die dünne Deckschicht.

Der *Cidaris glandifera* GOLDF. gleichen in structureller Beziehung folgende Stachelarten:

96. *Cidaris pyrifer* AG.

E. DESOR, Synopsis. p. 29. t. IV fig. 6.

F. A. QUENSTEDT, Der Jura. p. 646.

W. DAMES, Die Echiniden der nordwestlichen Jurabildungen. 1. p. 102. Taf. V Fig. 5.

Malm des Tönjesberges bei Hannover.

97. *Cidaris grossularites* GOLDF.

Senon von Faxe.

98. *Cidaris clunifera* AG.

E. DESOR, Synopsis. p. 35. t. VI fig. 4.

Neocom von Escragnolles; Urgonian von Orgon.

d) **Phyllacanthus-Modification.** (Textfig. 3.)

Die Stacheln von *Phyllacanthus*, z. B. des recenten *Phyllacanthus dubia* BRDT., bringen in ausgezeichneter Weise den

vollkommenen *Cidaris*-Typus zur Anschauung: Die von Canälchen durchbrochene Deckschicht, die dichte Stellung der regelmässig perforirten Radiärsepten, den axialen Röhrencomplex. Nur in einer Richtung macht sich eine Abweichung von diesem normalen Typus geltend, und zwar in der Weise, dass der axiale Beginn der Radiärsepten nicht bereits, wie es beim normalen *Cidaris*-Typus der Fall, eine streng radiäre Richtung besitzt, sondern dass sich jedesmal eine Gruppe von Septen mit ihren axialen Enden zu bilateral-symmetrischer Stellung gegeneinander neigt. Demnach baut sich jede Stachelwand aus einer Anzahl Gruppen fächerartig gestellter Radiärsepten auf, welche sich jedoch sämtlich nach aussen zu so vollkommen radiär stellen, dass die axiale gruppenweise Anordnung sich in der peripherischen Zone der Stachelwand nicht im Geringsten bemerkbar macht. Diese Structur-

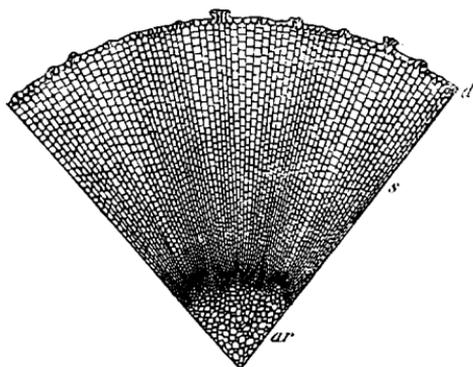


Fig. 3. Theil des Querschnittes eines Stachels von *Phyllocanthus dubia* BRDT. *ar* = axialer Röhrencomplex: *s* = perforirte Radiärsepta, gruppenweise bilateral-symmetrisch fächerartig gestellt: *d* = Deckschicht mit Canälchen.

verhältnisse ähneln bis zu einem gewissen Grade denen von *Cidaris Hausmanni* WISSM. aus den St. Cassian-Schichten (s. o. p. 228).

Den eben beschriebenen mikrostructurellen Bau weisen folgende Stacheln auf:

99. *Cidaris farringtonensis* WRIGHT.

Lower Greensand von Farringdon.

100. *Cidaris punctata* A. RÖMER.

F. A. ROEMER, Die Versteinerungen des norddeutschen Kreidegebirges. p. 29.

Taf. VI Fig. 10 z. Th. *Cidaris variabilis* DUNK. u. KOCH.

E. DESOR, Synopsis. p. 11. t. V fig. 1.

CL. SCHLÜTER, Die regulären Echiniden der norddeutschen Kreide. II. Cidaridae, Salenidae. p. 83. Taf. 8 Fig. 22.

Hilsthon des Elligser Brink.

101. *Phyllacanthus dubia* BRDT.

A. AGASSIZ, Revision. p. 389, 390. t. Ic fig. 39; t. Ie fig. 7—10; t. If fig. 6, 7.

Recent; Kosseir, Rothes Meer.

102. *Phyllacanthus imperialis* BRDT.

A. AGASSIZ, Revision. p. 391. t. Ie fig. 1—6; t. If fig. 2.

Recent; Insel Timor.

2. Typus *Echinus*.

Durch sehr kurz gehaltene Erklärungen erläuterte Abbildungen der Mikrostruktur von Stacheln des *Echinus*-Typus haben bereits gegeben:

H. G. BRONN, Die Classen und Ordnungen des Thierreichs. 2. Aktinozoen. 1860. p. 300. Taf. XXXVIII Fig. 1, 2, 4, 5, 6.

A. AGASSIZ, Revision of the Echini. p. 654, 655. t. XXXV fig. 7—9; t. XXXVI.

H. W. MACKINTOSH, Acanthology. I. Acanthological Relations. p. 481—486. t. X, XI.

K. v. ZITTEL, Handbuch der Palaeontologie. 1. p. 312. Fig. 212.

E. FRAAS, Die Asterien des weissen Jura von Schwaben und Franken. p. 237. Taf. XXIX Fig. 13.

G. STEINMANN, Elemente der Palaeontologie. 1890. p. 117. Fig. 121.

Ausführlicher sind die durch gute Abbildungen illustrierten Darlegungen mit besonderer Berücksichtigung der Wachstumserscheinungen von

W. CARPENTER, Report on the Microscopic Structure of Shells. II. Report of the Meetings of the British Association. 1847. 17. p. 121—125. t. XV—XVIII.

Unserem *Echinus*-Typus entsprechen die *Acanthosphenota* der Stachelclassification von MACKINTOSH (s. S. 190), sowie die *Radioli radiati* und die *Radioli cancellati* von ROTHPLETZ.

Die Stacheln vom Typus *Echinus* unterscheiden sich von denen des *Cidaris*-Typus zunächst durch kräftige, mehr keilförmige, deshalb weniger zahlreiche Radiärsepta, ferner durch ein viel complicirteres Interseptalgewebe, und endlich durch den Mangel einer Deckschicht.

Danach ist der histologische Bau der Stacheln vom Typus *Echinus* im Allgemeinen der folgende:

Die Stachelaxe von einem Complex perforirter Röhren eingenommen, die Stachelwand gebildet von 1. Radiärsepten, diese im Querschnitt schlank keil- oder keulenförmig, und entweder durch Foramina durchbohrt, oder aber auf ihrer ganzen oder auf dem peripherischen Theile ihrer Ausdehnung nicht perforirt, also solid; 2. von einem Interseptalgewebe, welches gegenüber dem *Cidaris*-Typus und den übrigen noch zu besprechenden Stacheltypen fast durchweg eine sehr complicirte Structur aufweist.

Viel mannigfaltiger als bei den Stacheln des *Cidaris*-Typus gestaltet sich jedoch das Bild derjenigen des *Echinus*-Typus durch die Wachstumserscheinungen, die sich hier im Querschnitte als concentrische Anwachsringe kundgeben, welche letztere sich 3-, 4-, 5-, ja noch mehrere Male umspannen können (vergl. Taf. XII Fig. 3C). Infolge aller dieser Erscheinungen, also durch das wechselnde Maass der Perforirungen, vielgestaltige Ausbildung des Interseptalgewebes, engere oder weitere Wachstumsringe, erleidet die Structur der Stacheln vom *Echinus*-Typus die mannigfaltigsten, z. Th. recht complicirte Modificationen, welche selbst innerhalb ein und desselben Genus, ja innerhalb der nämlichen Species zur Entwicklung gelangen können. Ein Bild derselben zu geben, soll durch folgende allgemeine Darlegungen versucht werden.

Der axiale Röhrencomplex der Stacheln vom *Echinus*-Typus zeigt die gleichen structurellen Verhältnisse und räumlichen Beziehungen wie beim *Cidaris*-Typus. Nur nimmt man an ihnen mit besonderer Deutlichkeit wahr, wie die peripher gelegenen Röhren nach aussen zu eine mehr und mehr radiäre Stellung einnehmen, so dass schliesslich ihre Wandungen in die Basen der Radiärsepten übergehen (vergl. Taf. XII Fig. 2 A ar; Fig. 3 A ar, B ar).

Während die Radiärsepta der Stachelwand sämtlicher Vertreter des normalen *Cidaris*-Typus ausnahmslos und in grösster Constanz durch gesetzmässig angeordnete, sehr zahlreiche Foramina durchbohrt werden, herrscht ein derartiges Verhalten bei den Echinidenstacheln durchaus nicht. Bei einer Anzahl für diese Gruppe sonst durchaus typischen Stacheln

fehlt sogar fast jede Perforirung. Derartige solide, unperforirte Radiärsepta finden sich an Stacheln z. B. von *Echinus*, *Psammechinus*, *Sphaerechinus*, *Amblypneustes*, *Mespilia*, *Toxopneustes*, *Strongylocentrotus*. Nur zuweilen trifft man am proximalen Ende dieser Radiärsepta eine oder einige Durchbohrungen, eine Erscheinung, die sich dann in jedem Wachstumsringe wiederholt. Im Gegensatz hierzu weisen andere Echinidenstacheln eine ausserordentlich scharf ausgeprägte Perforirung auf. Jedoch ist die Verbreitung dieser letzteren über die Radiärerstreckung des Septums eine sehr wechselnde, und zwar selbst bei den Stacheln ein und derselben Gattung in weiten Grenzen schwankende. Als Beispiel hierfür können die Stacheln von *Arbacia* dienen. In Querschnitten von *Arbacia pustulosa* GRAY erscheint nur das proximale Drittel der Radiärsepta perforirt, die peripheren, sich stark verdickenden zwei Drittel solid. Bei *Arb. punctulata* GRAY erstreckt sich die Perforirung bis in die Nähe der Peripherie, so dass nur die äussersten, keulenförmig verdickten Enden von solchen Perforirungen verschont bleiben; dahingegen stellen sich in einzelnen Radiärsepten innerhalb dieser soliden Enden von den letzten Querdurchbohrungen auslaufende Radiär-canälchen ein, die nach aussen münden. Bei den Stacheln von *Arb. nigra* AG. (Taf. XII Fig. 2 B s) beschränkt sich der nicht perforirte Theil eines Radiärseptums bereits auf das alleräusserste Septalende, während der Rest durch dichtstehende, grosse Foramina durchzogen wird. Zugleich nehmen die Radiärsepta an Stelle ihrer bisherigen Geradflächigkeit eine etwas geschlängelte Form an (vergl. auch die von STEINMANN, Elemente der Palaeont. 1890. p. 117. Fig. 121 gegebene Abbildung). Noch deutlicher machen sich die letztgeschilderten Erscheinungen bei *Arbacia spatuligera* AG. geltend, so dass die von grossen, dichtstehenden Foraminibus durchbohrten, unregelmässig flach sich schlängelnden Radiärsepta mit dem maschigen Netzgewebe der Interseptalräume fast verschwimmen.

Bei *Strongylocentrotus armiger* AG. (Taf. XII Fig. 3 C sf) sind die Radiärsepta bis auf ihren peripheren, schwach verdickten Randstreifen regelmässig und dicht durchbohrt. In den nach aussen folgenden Anwachsringen wird diese Durchbohrung immer unregelmässiger, und in dem äussersten

derselben zu einem, dem interseptalen ähnlichen, sich nur wenig von ihm abhebenden spongiösen Netzwerk. Bei den Stacheln von *Heterocentrotus trigonarius* Br. ist die, nur die äussersten peripheren Enden der Radiärsepta verschonende Perforirung eine regelmässige und verliert auch in den nach aussen folgenden Wachstumsringen, deren Zahl an vorliegenden Präparaten bis sechs betragen kann, nur wenig an dieser Regelmässigkeit. In den grossen Stacheln von *Heterocentr. mammillatus* Br. findet innerhalb der Anwachsringe eine vollständige Auflösung der in diesem Falle ziemlich zarten und dicht und gross perforirten Radiärsepta in ein grobmaschiges, von dem interseptalen nicht zu trennendes spongiöses Gewebe statt. In noch höherem Maasse vollzieht sich dieser Verlust des radiären Aufbaues in den Stacheln von *Colobocentrotus atratus* Br., so dass bei den grösseren Stacheln sogar die Structur des Axialcomplexes und diejenige der Stachelwand nicht mehr voneinander zu trennen sind.

Die Interseptalgebilde. Die einfachste Form der die Radiärsepta miteinander verbindenden interseptalen Kalkgebilde repräsentiren die Querbälkchen, treten jedoch für sich allein bei den Stacheln nur ganz weniger Echinidengattungen auf. So bei *Amblypneustes pallidus* VAL., wo die in mehreren concentrischen Kreisen angeordneten Bälkchen der inneren Interseptalabschnitte nur sehr zart entwickelt sind, während die nur in einem einzigen Kreise vorhandenen Interseptalbälkchen des Anwachsringes sich durch beträchtlichere Massigkeit, ja leistenähnliche Ausbildung kennzeichnen. Ganz sporadisch gesellen sich nahe der Peripherie des inneren Septalcyclus zu diesen Querbälkchen bereits radial und vertical gerichtete Kalkfäden, welche die ersteren miteinander verbinden. In den meisten anderen Fällen erscheinen Bälkchen nur sporadisch zwischen oder neben dem gleich zu beschreibenden Interseptalgewebe von complicirter Structur. Namentlich stellen sie sich in den axialen und peripheren Regionen der Stachelwand ein.

Geradezu charakteristisch hingegen für den *Echinus*-Typus ist die Erscheinung, dass die Interseptalfächer von einem mehr oder weniger dichten, maschigen, spongiösen oder netzförmigen Gewebe von wurmförmigen Kalkfäden eingenommen werden:

In demselben machen sich, freilich durch Übergänge verbunden, zweierlei structurelle Modificationen bemerklich:

1. das Gewebe ist unregelmässig spongiös oder
2. es zeigt die mehr oder weniger deutlich zum Ausdruck gelangende Tendenz zur Bildung einer in der Medianebene des Interseptalraumes gelegenen Netzfläche, welche durch rechtwinklig auslaufende Querbälkchen mit dem jederseitigen Radiärseptum in Verbindung steht. Durch diese letztere Ausbildungsweise wird im Querschnitt des Stachels eine bilateral-symmetrische Structur des Gewebes innerhalb jedes Interseptalfaches erzeugt, wie sie am schärfsten bei den Stacheln von *Strongylocentrotus lividus* Br. zum Ausdruck gelangt (Taf. XII Fig. 2 ig).

Als Beispiel für die unregelmässige spongiöse Modification des Interseptalgewebes können ausser den Taf. XII Fig. 3 abgebildeten Stacheln von *Strongylocentrotus* und *Arbacia* diejenigen von *Echinus esculentus* LINN. dienen. Das schwammige Gewebe erfüllt hier ungefähr drei Viertel der Radiärausdehnung der hier ziemlich breiten Interseptalräume; das äusserste, zwischen den peripheren Enden benachbarter Radiärsepten liegende Viertel bleibt von Kalkelementen frei, also eine Hohlrinne. Bei fortgesetztem Wachsthum setzen sich auf die schwach abgerundeten peripheren Enden der Radiärsepten, einen Anwachsring erzeugend, etwas kürzere und dadurch plumpere Septalabschnitte mit breiter Basis auf und sind hier durch sehr gering entwickeltes, spongiöses Interseptalgewebe verbunden (vergl. Taf. XII Fig. 3 C). Bei Stacheln, welche eine grössere Zahl von Anwachsringen besitzen, so z. B. bei *Strongylocentrotus armiger* Ag. (Taf. XII Fig. 3 C) und *Strongylocentr. tuberculatus* Br., nimmt das Interseptalgewebe in den äusseren Ringen eine immer dichtere und regellosere Structur an, so dass dasselbe innerhalb des äussersten Anwachsringes ein ganz wirres und unregelmässiges Bild darbietet.

Die bilateral-symmetrische Modification des Interseptalgewebes ist, wie schon oben erwähnt, vortrefflich bei den Stacheln von *Strongylocentr. lividus* Br. zur Ausbildung gelangt. Das Interseptalgewebe, welches auch hier den peripherischen Rand der Radiärsepten nicht vollkommen erreicht,

zeigt die in der Medianebene des Interseptalraumes gelegene Netzwand, welche durch senkrecht auf ihr stehende, also horizontale Querbalkchen mit den beiderseitigen Radiärsepten verbunden ist (Taf. XII Fig. 2 A *ig*). In vielen Fällen, so z. B. bei *Strongylocentr. tuberculatus* Br., tritt eine Combination dieser beiden Modificationen des Interseptalgewebes ein, und zwar in der Weise, dass die bilateral-symmetrische Ausbildung auf den inneren, also ältesten Theil der Stachelwand beschränkt erscheint, während die unregelmässig spongiöse Structur im peripheren Theile zur Entwicklung gelangt ist.

Endlich können alle Formen der Interseptalgebilde in einem Stachel zur Vereinigung gelangen, so z. B. bei *Heterocentrotus trigonarius* Br. Im proximalen Theile der Stachelwand treten zunächst einfache Querbalkchen auf, es folgen an einigen Stellen Querbalkchen, die durch radiär und vertical gestellte Fäden maschig verbunden sind, weiterhin stellt sich die bilateral-symmetrische Structur ein, um nach aussen in die unregelmässig spongiöse Modification überzugehen.

Erklärung von Fig. 2 A und B, Taf. XII.

A. Halber Querschnitt eines Stachels von *Strongylocentrotus lividus* Br.

ar = axialer Röhrencomplex. Weiss die in der Schnittebene liegenden Röhrenwandungen; *af*, grau = die angeschnittenen Perforirungen derselben; *s* = solide Radiärsepten, nur an ihrer axialen Ursprungsstelle eine oder einige wenige Perforirungen aufweisend, diese = *sf*, grau;

ig = Interseptalgewebe in ausgesprochen bilateral-symmetrischer Modification.

B. Längsschliff durch ein Stachelstück von *Strongylocentrotus lividus* Br.

ar = axialer Röhrencomplex. Weiss die Röhrenwandungen, z. Th. in der Schnittebene, z. Th. unter derselben liegend; grau die angeschnittenen Perforirungen derselben; schwarz die unter der Schnittebene liegenden Perforirungen = *af*.

Links: Schnitt durch einen Interseptalraum. Weiss die Anschnitte der horizontalen Querfäden; grau die interseptale Netzfläche; schwarz die Maschen derselben. Dieselben hätten nach Analogie mit anderen Figuren dieselbe graue Farbe erhalten müssen, wie das durch die Perforirungen hindurchscheinende tieferliegende Radiärseptum; um jedoch die Netzfläche deutlicher hervortreten zu lassen, wurden deren Maschen schwarz ausgefüllt; eine graue Farbe mit Schraffur erhielt der die interseptale Netzfläche peripher überragende Rand des tieferliegenden Radiärseptums = *s*.

Rechts: Schnitt durch die interseptale Netzfläche (weiss); die Maschen derselben schwarz; grau der periphere Rand des unter der Schnittebene liegenden Septums = *s*.

Erklärung von Fig. 3A, B und C, Taf. XII.

A. Querschnitt eines Stachelausschnittes von *Strongylocentrotus albus* Ag.

ar = axialer Röhrencomplex (wie bei Fig. 2A);

s = Radiärsepta; ihre axialen zwei Drittel durchbrochen von Perforirungen = *sf* (grau), welche an einigen Stellen durch radiärgerichtete Gabelungen miteinander communiciren; die peripheren Drittel der Radiärsepten solid;

ig = interseptales spongiöses Gewebe. Weiss die in der Schnittebene, grau die unter derselben gelegenen Kalkfäden.

B. Querschnitt eines Stachelausschnittes von *Arbacia nigra* Ag.

ar = axialer Röhrencomplex (wie oben);

s = Radiärsepta; grau ihre Perforirungen = *sf*, diese bisweilen durch radiärgerichtete Äste gegenseitig in Verbindung tretend;

ig = interseptales spongiöses Gewebe (wie oben).

C. Querschnitt eines Stachelausschnittes von *Strongylocentrotus armiger* Ag.

Die Stachelwand umfasst drei Anwachsringe. Die Radiärsepta der jüngeren, also distal gelegenen Ringe sind stets kürzer als diejenigen der älteren, aber desto massiger;

ar = axialer Röhrencomplex (wie oben);

s = Radiärsepta; diejenigen der drei Anwachsringe = *s'*, *s''*, *s'''*. Grau die Septalperforirungen = *sf*. In den beiden äusseren Anwachsringen verzweigen sich die Perforirungen und bilden innerhalb der Septa ein anastomosirendes Canalsystem; die knopfartig verdickten peripheren Septalenden solid.

Der gegenseitige Zusammenhalt der Radiärsepten wird im ältesten, der Axe nächstgelegenen Zone der Stachelwand durch einfache Querbalkchen = *ib* vermittelt, welche im peripheren Theil allmählich durch interseptales spongiöses Gewebe = *ig* ersetzt werden. Dasselbe zeigt innerhalb des nächsten Anwachsringes an vielen Stellen deutlich bilaterale Symmetrie, während es in den beiden äusseren Ringen mehr und mehr in die unregelmässig spongiöse Modification übergeht. Mit jeder Unterbrechung des peripherischen Wachsthums, also der Verdickung des Stachels, steht eine keulige oder knopfartige Aufblähung des jedesmaligen Septenendes und das Aussetzen des interseptalen Gewebes in Verbindung, wodurch offene, die Stachelwand in concentrischen Cyclen durchsetzende Verticalcanäle erzeugt werden.

Obigen Erörterungen über die structurellen Verhältnisse der Stacheln vom *Echinus*-Typus lag die mikroskopische Untersuchung der Stacheln folgender Genera und Species zu Grunde:

a) Stacheln mit undurchbohrten Radiärsepten.

103. *Strongylocentrotus Droebachiensis* AG.

A. AGASSIZ, Revision. p. 277—281, 441. t. IV a fig. 2, 3.

Recent; Norwegen.

104. *Strongylocentrotus lividus* BR.

A. AGASSIZ, Revision. p. 446, 447. t. V b fig. 3.

Recent; Süd-Frankreich.

105. *Strongylocentrotus purpuratus* AG.

A. AGASSIZ, Revision. p. 449. t. V a fig. 5, 6; t. XXXVI fig. 9.

Recent; Californien.

106. *Sphaerechinus granularis* AG.

A. AGASSIZ, Revision. p. 452, 453. t. V a fig. 7.

Recent; Messina.

107. *Mespilia globulus* AG.

A. AGASSIZ, Revision. p. 477, 478. t. VIII a fig. 13, 14.

Recent; Pacifischer Ocean.

108. *Amplypneustes pallidus* VAL.

A. AGASSIZ, Revision. p. 481, 482.

Recent; Sidney.

109. *Echinus melo* LK.

A. AGASSIZ, Revision. p. 491, 492. t. VII a fig. 7.

Recent; Nordsee.

110. *Echinus angulosus* AG.

A. AGASSIZ, Revision. p. 489, 490. t. VII a fig. 3.

Recent; Cap der guten Hoffnung.

111. *Echinus acutus* LAMK.

A. AGASSIZ, Revision. p. 489. t. VII a fig. 5.

Recent; Mauritius.

112. *Psammechinus mirabilis* NICOLET.

E. DESOR, Synopsis. p. 120.

G. LAUBE, Die Echinoiden der österreichisch-ungarischen oberen Tertiärablagerungen. p. 59.

Miocän von Wien.

113. *Psammechinus Woodwardii* DESOR.

E. DESOR, Synopsis. p. 121.

Pliocän (Coralline Crag) von Suffolk.

Bei den Stacheln dieser beiden letztgenannten tertiären Species hat ein Petrificirungsprocess nicht stattgefunden.

114. *Toxopneustes pileolus* AG.

A. AGASSIZ, Revision. p. 497, 498. t. VIIIb fig. 1, 2.

Recent; Samoa.

115. *Toxopneustes variegatus* AG.

A. AGASSIZ, Revision. p. 298—301, 500. t. II fig. 5, 6; t. IV a fig. 4, 5.

Recent; Insel St. Thomas.

b) Stacheln mit durchbohrten Radiärsepten.

116. *Arbacia nigra* AG.

A. AGASSIZ, Revision. p. 401, 402. t. I g fig. 6, 7.

Recent; Chile.

117. *Arbacia punctulata* GRAY.

A. AGASSIZ, Revision. p. 263—266, 402. t. II fig. 4; t. XXXV fig. 8.

Recent; Ost-Florida.

118. *Arbacia pustulosa* GRAY.

A. AGASSIZ, Revision. p. 402, 403. t. I g fig. 5.

Recent; Mittelmeer.

119. *Arbacia spatuligera* AG.

A. AGASSIZ, Revision. p. 403, 404. t. XXXV fig. 7.

Recent; Chile.

120. *Colobocentrotus atratus* BR.

A. AGASSIZ, Revision. p. 424, 425. t. III d fig. 3; t. XXXVI fig. 6, 7.

Recent; Timor; Mauritius.

121. *Heterocentrotus mammillatus* BR. = *Heterocentrotus carinatus* BR.

A. AGASSIZ, Revision. p. 428—430. t. III c; t. XXXVI fig. 8.

Recent; Sandwich-Inseln; Indischer Ocean.

122. *Heterocentrotus trigonarius* BR.

A. AGASSIZ, Revision. p. 430, 431. t. III d fig. 6.

Recent; Indischer Ocean.

123. *Echinometra lucunter* BL.

A. AGASSIZ, Revision. p. 431, 432. t. XXXVI fig. 1.

Recent; Rothes Meer.

124. *Echinometra subangularis* DESM.

A. AGASSIZ, Revision. p. 283, 284, 434. t. X a fig. 2—4.

Recent; Westafrika; Surinam.

125. *Strongylocentrotus albus* AG.

A. AGASSIZ, Revision. p. 438, 439.

Recent; Valdivia.

126. *Strongylocentrotus armiger* AG.

A. AGASSIZ, Revision. p. 439, 440. t. V a fig. 1.

Recent; Port Jakson, Australien.

127. *Strongylocentrotus tuberculatus* BR.

A. AGASSIZ, Revision. p. 449, 450. t. V b fig. 4—5; t. XXXVI fig. 4.

Recent; Japan.

128. *Hipponoe esculenta* AG.

A. AGASSIZ, Revision. p. 301, 302, 501. t. VI a fig. 1—3.

Recent; Westindien; Surinam.

129. *Hipponoe variegata* AG.

A. AGASSIZ, Revision. p. 501. t. IV b fig. 5, 6.

Recent; Viti-Archipel.

3. Typus Diadema.

Abbildungen nebst sehr kurz gehaltenen Erläuterungen von Stacheln des *Diadema*-Typus haben bereits gegeben:

H. W. MACKINTOSH, Acanthology. I. Acanthological Relations. t. IX fig. 1—3. p. 477 u. f., 486—488.

Etwas ausführlicher wird die Mikrostruktur gewisser tertiärer Diadematidenstacheln, sowie derjenigen von Stacheln des lebenden *Diadema setosum* GRAY erörtert von

A. ROTHPLETZ, Über die Diadematiden-Stacheln und *Haploporella fasciculata* aus dem Oligocän von Astrupp. Dies. Jahrb. 1891. I. p. 285 f. Fig. 2—7.

Das Kalkskelet der Stacheln des *Diadema*-Typus zeigt folgenden mikroskopischen Aufbau: Axialcanal mit perforirter Axialscheide; ihn umschliessend die Radiärsepta der Stachelwand, im Querschnitt peripher entweder beil- bis fächerartig ausgebreitet, oder keulen- bis kelchförmig verdickt, aber randlich nicht verschmelzend, nur an ihrer Basis perforirt; gegenständig zusammengehalten durch Cyclen von Interseptalleistchen.

Unser *Diadema*-Typus würde somit den Acanthocoelata MACKINTOSH's entsprechen (s. p. 189).

In dem uns vorliegenden Material ist dieser Typus durch die Geschlechter *Diadema* und *Centrostephanus* vertreten, während die Stacheln der Diadematiden-Genera *Hemicidaris* und *Aerocidaris* die Mikrostruktur der *Cidaris*-Stacheln aufweisen (s. p. 211).

Zur Erörterung der Histologie der Stacheln des *Diadema*-Typus mögen Präparate der recenten Species *Diadema setosum* GRAY von Zanzibar dienen.

130. *Diadema setosum* GRAY. — Taf. XIII Fig. 4 A, B.
A. AGASSIZ, Revision. p. 274—276, 408. t. IV a fig. 1.

Recent; Zanzibar.

Der Axialcanal, der etwa zwei Fünftel des Stacheldurchmessers in Anspruch nimmt, ist umgeben von einer von horizontalen Röhren durchzogenen Axialscheide. Von dieser laufen 25 Radiärsepta aus, die sich behufs Verschmelzung mit dieser Axialscheide an ihren basalen Enden etwas ausbreiten, um dann nach der Peripherie zu derart an Dicke zuzunehmen, dass ihr Querschnitt Beilform zeigt, indem ihre beiderseitigen Grenzflächen in schwach concav geschwungenem Verlaufe nach aussen divergiren und auch ihre periphere, der Stachelcontur entsprechende Grenzlinie eine schwach gebogene Linie vorstellt (Taf. XIII Fig. 4 A s). Diese ausgebreiteten, peripheren Enden

der Radiärsepta berühren jedoch einander nicht. Ausser durch ihre basale Verwachsung mit der Axialscheide erhalten die Radiärsepten ihren gegenseitigen Zusammenhalt durch zwei concentrische Kränze von Interseptalleistchen, von denen der äussere sich durch viel grössere Stärke und Massigkeit der ihm zugehörigen Leistchen gegenüber dem inneren Kranze der demnach viel zarteren Leistchen auszeichnet. Eine so regelmässige kreisförmige Anordnung dieser Interseptalleistchen, wie sie bei den Querbälkchen der Stacheln vom normalen *Cidaris*-Typus herrscht, ist jedoch bei den *Diadema*-Stacheln nicht anzutreffen, indem die Axen der einander benachbarten Leistchen von der die allgemeine Lage angegebenden Kreislinie nach aussen oder innen etwas verschoben sind. In unmittelbarer Nachbarschaft der Axialscheide stellen sich hier und da, also nur zwischen vereinzelt Septenpaaren, Vertreter eines dritten innersten Leistchencyclus ein.

Die Radiärsepta selbst sind solid, also undurchbohrt; nur an ihrer Basis, gerade dort, wo sie durch wurzelähnlich ausgebreitete Verdickung mit der Axialscheide verschmelzen, sind sie durch ein rundlich ovales Foramen durchlöchert, durch welches die beiderseitigen Interseptalfächer miteinander in offene Verbindung treten. Diese Foramina liegen in horizontalen Kreisen und infolge ihrer Zugehörigkeit zu den Radiärsepten naturgemäss in verticalen Reihen übereinander.

Die Axialscheide ist durch ein ziemlich enges System von Röhren durchbohrt, welche in ihrem horizontalen Verlaufe sich sehr gewöhnlich gabeln und mit den Ästen der nächstliegenden Röhren Anastomosen eingehen können. Durch einen Querschnitt in der Ebene eines solchen horizontalen Röhrensystems erscheint demnach die Axialscheide durch letzteres in lauter dreieckige oder polygonale Stückchen gegliedert (vergl. Taf. XIII Fig. 4 A *as*). Diese Röhren liegen theils septal und münden dann in das Foramen an der Basis der Radiärsepta, theils liegen sie interseptal und münden dann direct in die Interseptalräume. Das organische Gewebe des Axialcanales steht sonach mit demjenigen der Interseptalräume durch diese Röhrensysteme der Axialscheide in Verbindung, während die Interseptalfächer, wie bereits oben erwähnt, durch die an der Basis der Radiärsepta befindlichen Foramina communiciren.

Erklärung von Fig. 4 A und B, Taf. XIII.

A. Halber Querschnitt eines Stachels von *Diadema setosum* GRAY.

a = Axialcanal;

s = Radiärsepta, nach aussen beilförmig ausgebreitet;

fb = Foramina an der Basis der Radiärsepta;

as = Axialscheide;

agf = röhrenförmige, z. Th. dichotomirende Durchbohrungen der Axialscheide;

i = Interseptalraum;

il' und *il''* = äusserer und innerer Kranz von Interseptalleistchen;

il''' = sporadische Leistchen eines innersten Cyclus.

B. Längsschnitt durch ein Stachelstück von *Diadema setosum* GRAY.

a = Axialcanal.

Links: Schnitt durch einen Interseptalraum. Weiss die in der Schnittebene liegenden Anschnitte der Interseptalleistchen = *il'*, *il''*, *il'''*, sowie diejenigen der soliden Theile der Axialscheide = *as*; grau die unterhalb der Schnittebene liegende Fläche des Radiärseptums = *s*; schwarz die Verticalreihe der basalen Foramina des Septums = *fb*; innenwärts der letzteren sind die vom axialen Hohlraum aus die Axialscheide durchbrechenden Röhren = *agf* in ihrer Medianebene geschnitten, so dass sie auf der Fläche des Dünnschliffes als rinnenförmige Vertiefungen erscheinen (grau).

Rechts: Schnitt durch ein Septum = *s* in seiner ganzen Flächen- ausdehnung. Weiss die in der Schnittebene liegende Fläche des Septums, sowie die soliden Theile der Axialscheide = *as*, auf welchen ersteres mit seiner Basis aufsitzt; schwarz die Verticalreihe der basalen Foramina des Radiärseptums = *fb*; grau die angeschnittenen röhrenförmigen Durchbohrungen der Axialscheide = *agf*.

131. *Diadema* sp.

Obersenon von Rügen.

Von den oben als Typus der Diadematiden beschriebenen Stacheln von *Diadema setosum* GRAY unterscheiden sich die vorliegenden, durch ihre charakteristische Oberflächensculptur gekennzeichneten *Diadema*-Stacheln aus der Schreibkreide von Rügen zunächst durch die meist grössere Anzahl der Radiärsepten, welche bis 40 betragen kann. Hierdurch ist bedingt, dass sich die Radiärsepta weder peripherisch so stark ausbreiten, wie bei *Diadema setosum* GRAY, noch in dem Maasse kelchförmig aufgebläht sind, wie bei dem gleich zu beschreibenden *Centrostephanus Rodgersii* AG. Doch nähern sich diese senonen Stacheln durch die, wenn auch viel schlankere Kelchform der Septenquerschnitte den Stacheln von *Centrost. Rod-*

gersii Ag. mehr, als denjenigen von *Diadema setosum* GRAY mit ihren nur peripher ausgebreiteten Septen. Die den Axialcanal nach aussen umgebende Axialscheide ist zwar auch in den vorliegenden Präparaten deutlich, doch in ihren Details nicht so klar erhalten, um mit absoluter Sicherheit zu entscheiden, ob sich ihre Structur mehr derjenigen von *Diadema setosum* GRAY oder von *Centrostephanus Rodgersii* Ag. anschliesst.

132. *Centrostephanus Rodgersii* Ag. — Textfig. 4.

A. AGASSIZ, Revision. p. 412. t. III b fig. 1—3.

Recent; Neu-Süd-Wales.

Die Mikrostructur der Stacheln von *Centrostephanus Rodgersii* Ag. unterscheidet sich von derjenigen der Stacheln von *Diadema setosum* GRAY

1. durch geringere Dicke der Stachelwand, also auch durch grösseres Lumen des Axialcanales, der mehr als die Hälfte des Stacheldurchmessers in Anspruch nimmt;
2. dadurch, dass der Querschnitt der Radiärsepten nicht schlank beilförmig, sondern becherförmig gestaltet ist, indem er in der Mitte zwischen peripherem und basalem Ende des Septums eine starke Anschwellung erleidet;

3. dadurch, dass der äussere der beiden Kränze von Interseptalleisten zu noch kräftigerer Entwicklung gelangt ist und die Radiärsepten an der Stelle ihrer grössten eben geschilderten Anschwellung miteinander verbindet, während der innere, ganz in die Nähe der Axialscheide gerückte Kranz nur aus so zarten Bälkchen besteht, dass diese bei Herstellung von Präparaten häufig zerreißen, wodurch das Bild dieses Bälkchen-cyclus verundeutlicht wird;

4. durch die sehr viel geringere Dicke der Axialscheide, welche deshalb auch nur von einfachen, nicht dichotomierenden Radiärröhren durchsetzt wird.

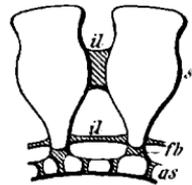


Fig. 4. Theil des Querschnittes eines Stachels von *Centrostephanus Rodgersii* Ag. *as* = Perforirte Axialscheide; *s* = im Querschnitt kelchförmig aufgeblähte Radiärsepten; an ihrer Basis ein die Interseptalräume verbindendes Foramen = *fb*; *il* = zwei Cyclen v. Interseptalleisten.

Die von ROTHPLETZ in dies. Jahrb. 1891. I. p. 286. Fig. 2 und 3 als

Radiolus tubulatus fasciculatus

abgebildeten und p. 286—288 beschriebenen, von GÜMBEL als Haploporellen gedeuteten, von EBERT den Diadematiden zugerechneten Stacheln aus dem Oligocän von Astrupp gehören nach ihrer Mikrostruktur dem *Diadema*-Typus an, indem sie nach ROTHPLETZ' Abbildungen einen Centralcanal, sich nach aussen keulenförmig verdickende Radiärsepta und zwei Cyclen von Interseptalleistchen besitzen.

Die von REUSS und FUTTERER der Gattung *Diadema* zugeschriebenen und als *D. Desori* REUSS abgebildeten miocänen Stacheln dürften nach der von ROTHPLETZ l. c. p. 286 gegebenen Skizze ihrer Mikrostruktur und nach seinen Erörterungen auf p. 288 nicht *Diadema*, sondern dem Typus *Echinis* angehören.

Eine höchst auffällige Abweichung vom typischen Bau der Diadematidenstacheln zeigen diejenigen von

133. *Diademopsis Heeri* MER.

E. DESOR, Synopsis. p. 80. t. XIII fig. 1, 2.

Unterer Lias von Möllingen.

Im Bau der Stachelwand herrscht noch eine allgemeine Übereinstimmung mit dem normalen *Diadema*-Typus, indem sich die Radiärsepta an ihrem peripheren Ende zu ziemlich starken Verdickungen ausbreiten, indem ferner eine Perforirung der Radiärsepta bis zu deren Basis nicht stattfindet, und endlich die Radiärsepta durch Querleistchen verbunden sind; dahingegen sind letztere viel zarter, daher zahlreicher als bei dem normalen *Diadema*-Typus. Der eigentliche Gegensatz zu letzterem zeigt sich in der Erscheinungsweise der axialen Stachelpartie, indem bei *Diademopsis Heeri* MER. der Axialcanal und dessen scharf nach aussen abgegrenzte Scheide durch ein axiales Röhren- oder Maschensystem ersetzt werden, welches in die basalen Enden der Radiärsepta verläuft.

4. Typus *Clypeaster*.

Abbildungen nebst ganz kurzen Bemerkungen über die Mikrostruktur von Stacheln des *Clypeaster*-Typus hat

A. AGASSIZ, Report on the Echinoidea, dredged by H. M. S. Challenger. p. 17. t. XXXVIII fig. 22.

gegeben.

Der Erläuterung der Mikrostructur der Stacheln des *Clypeaster*-Typus möge diejenige des recenten *Clypeaster scutiformis* LAM. von Mauritius zu Grunde gelegt werden.

134. *Clypeaster scutiformis* LAM. — Taf. XIII Fig. 5 A, B.
A. AGASSIZ, Revision. p. 512, 513.

Recent; Mauritius.

Die ausserordentlich zarten, fast borstenähnlichen Stacheln von *Clypeaster scutiformis* LAM. besitzen cylindrische Gestalt mit allmählich verjüngtem Ende, einen kreisförmigen Querschnitt von etwa 0,25 mm und eine Länge von 2—3 mm. Ihre Oberfläche besitzt eine den peripheren Septenrändern entsprechende Längsrippung und zeigt eine durch die Gliederung der Interseptalräume durch Querleistchen bedingte Gitterung.

Der axiale, von einer kräftigen Scheide umgebene Canal besitzt im Vergleich mit den Scutelliden (nämlich *Echinodiscus*, s. p. 253) und den Spatangiden (nämlich *Echinocardium*, s. p. 257) ein nur geringes Lumen und nimmt etwa ein Fünftel des Stacheldurchmessers in Anspruch. An seine perforirte Axialscheide schliesst sich die von 16 Radiärsepten gebildete Stachelwand. Ein jedes dieser Radiärsepten erscheint im Querschnitt keulenförmig, indem sich das periphere Ende stark aufbläht, um dann am Aussenrande geradflächig abgestutzt zu werden. Ausserdem stellt sich in dem nach innen gerichteten Verlaufe der Radiärsepten noch eine, aber bedeutend schwächere Anschwellung ein. An ihrer Basis verschmelzen sie mit der Axialscheide. Letztere wird von Canälen durchbohrt, welche vom axialen Hohlraum in die Interseptalräume münden und deshalb in verticalen, den Interseptalfächern entsprechenden Reihen übereinander stehen (vergl. Taf. XIII Fig. 5 B links). Die Radiärsepten selbst sind perforirt, und zwar liegt der innerste Cyclus dieser Perforirungen an der Basis der Septa, also auf deren Grenze gegen die Axialscheide, ein zweiter etwas weiter nach aussen. Jenseits des letzteren können sich noch sporadisch Vertreter eines dritten, mehr peripher gelegenen Systemes von Perforirungen ein-

stellen. Das Lumen dieser Durchbohrungen schwankt selbst innerhalb ein und desselben Cyclus ziemlich beträchtlich.

Der gegenseitige Zusammenhalt dieser Radiärsepta wird, abgesehen von ihrer Verschmelzung mit der Axialscheide, durch Interseptalleistchen bewirkt, welche zu zwei concentrischen Horizontalkränzen angeordnet sind, die mit den Ebenen der Perforirungscyclen alterniren. Die Leistchen des äusseren dieser beiden Kränze sind merklich breiter und länger, als diejenigen des inneren. In ganz vereinzeltten Fällen finden sich auch Perforirungen der Interseptalleistchen, die eine verticale, der Stachelaxe ungefähr parallele Richtung haben (A, *if*).

Erklärung von Fig. 5 A und B, Taf. XIII.

A. Querschnitt eines Stachels von *Clypeaster scutiformis* LAM.

a = Axialcanal;

s = keulenförmige Radiärsepta in ihrer ganzen Radiärerstreckung geschnitten;

sf = Perforirungen der Septa;

as = Axialscheide mit ihren in die Interseptalfächer mündenden Durchbohrungen = *agf*;

i = Interseptalraum;

il' und *il''* = äusserer und innerer Kranz von Interseptalleistchen;

if = Perforirung eines Interseptalleistchens.

B. Längsschnitt durch ein Stachelstück von *Clypeaster scutiformis* LAM.

a = Axialcanal.

Links: Schnitt durch einen Interseptalraum. Weiss die in der Schnittebene liegenden Anschnitte der Interseptalleistchen = *il'*, *il''*, sowie diejenigen der soliden Theile der Axialscheide = *as*; grau die unterhalb der Schnittebene liegende Fläche des Radiärseptums = *s*, mit zwei regelmässigen und einer dritten, äusseren, nur lückenhaften Reihe von Perforirungen = *sf* (schwarz); die Anschnitte der röhrenförmigen Durchbohrungen der Axialscheide = *agf* grau.

Rechts: Schnitt durch ein Septum = *s* nebst Axialscheide = *as* (weiss); schwarz die Perforirungen des Septums = *sf*.

Ausser des eben beschriebenen *Clypeaster scutiformis* LAM. lagen noch Stacheln von

135. *Clypeaster humilis* AG.

A. AGASSIZ, Revision. p. 510, 511.

Recent; Rotes Meer.

zur Untersuchung vor, die den gleichen structurellen Aufbau besaßen.

Stachelchen fossiler *Clypeaster*-Arten sind, wohl infolge ihrer Winzigkeit, bisher nicht zur Kenntniss gelangt.

5. Typus Scutellidae.

Die vorliegenden, sehr winzigen, nur 1—2 mm langen und nur haarstarken Scutellidenstachelchen besitzen eine cylindrische Gestalt mit allmählich verjüngtem Ende, zeigen eine den peripheren Septenrändern entsprechende Längsrippung, oft mit kleinen, sanft nach oben gerichteten Dornen, und eine der Gliederung der Interseptalräume durch Querleistchen entsprechende Gitterung.

Das Kalkskelet dieser Stachelchen zeigt folgenden mikrostructurellen Aufbau (vergl. Taf. XIII Fig. 6 und 7): Axialcanal mit oder ohne Netzwerk von Kalkfäden; 16—18 Radiärsepta, ohne Perforierungen, sich gegenseitig nicht berührend, Verbindung derselben durch Horizontalsysteme von ziemlich langen Interseptalleistchen.

Abbildungen und kurze Beschreibungen von Scutellidenstacheln und deren Mikrostructur hat bereits gegeben

- A. AGASSIZ, Revision of the Echini. p. 656. t. XXXVII fig. 4—8.
 — Report on the Echinoidea, dredged by H. M. S. Challenger. p. 17. t. XXXVIII fig. 20; t. XXXIX fig. 19.

Je nachdem der Axialraum hohl oder aber von einem maschigen Gewebe eingenommen ist, lassen sich die Stacheln vom Scutelliden-Typus in zwei Gruppen trennen:

- a) Mit Axialcanal: *Echinodiscus*;
 - b) mit axialem Maschengewebe: *Echinarachnius* und *Encope*.
- a) *Echinodiscus* mit Zugrundelegung von

136. *Echinodiscus biforis* AG. — Taf. XIII Fig. 6 A, B.
 A. AGASSIZ, Revision. p. 532, 533. t. XXXVII fig. 4—6.

Recent; Afrika.

Der Axialcanal dieser Stacheln nimmt etwa ein Drittel des Gesamtdurchmessers in Anspruch. Die ihn umschliessende Stachelwand besteht aus 18, sich nach aussen schlank keilförmig verdickenden Radiärsepten, deren periphere Enden nicht miteinander in Berührung kommen, sondern getrennt von einander sich abgerundet dachfirstartig zuschärfen. Der

gegenseitige Zusammenhalt dieser Radiärsepten wird bewirkt durch verhältnissmässig dicke und lange Interseptalleistchen (Taf. XIII Fig. 6 B *il*), welche, schwach nach oben geneigt, vom Axialrande der Radiärsepta aus bis über deren Mitte hinausreichen können und jedesmal zu einem Horizontalsystem angeordnet sind. Da sich nun derartige Horizontalkränze von Interseptalleistchen in geringen Verticalabständen übereinander wiederholen, so erhalten die axialen Mündungen der Interseptalräume, weil oben und unten von der schwachen Concavität je eines Leistchens begrenzt, ovale Gestalt. Diese Interseptalfensterchen liegen demnach in lauter verticalen Reihen zwischen den continuirlich verlaufenden Axialrändern der Radiärsepta. Die Innenfläche der Stachelwand erscheint deshalb wie ein höchst regelmässiges Gitterwerk mit in sowohl horizontalen, wie verticalen Reihen stehenden ovalen Fensterchen.

Erklärung von Fig. 6 A und B, Taf. XIII.

A. Querschnitt eines Stachels von *Echinodiscus biforis* Ag.

a = Axialcanal;

s = die im Querschnitt schlank keilförmigen, imperforirten Radiärsepta (weiss);

i = Interseptalraum;

il = die unterhalb der Schnittebene liegenden Interseptalleistchen, welche den Zusammenhalt der Radiärsepta herstellen (grau).

B. Längsschnitt durch ein Stachelstück von *Echinodiscus biforis* Ag.

a = Axialcanal.

Links: Schnitt durch einen Interseptalraum. Weiss die in der Schnittebene liegenden Anschnitte der in einer Verticalreihe stehenden Interseptalleistchen = *il*; grau die unterhalb der Schnittebene liegende Fläche des Radiärseptums = *s*.

Rechts: Schnitt durch ein Radiärseptum = *s* in seiner ganzen Flächenausdehnung.

b) *Echinarachnius* und *Encope* mit Zugrundelegung von

137. *Echinarachnius excentricus* VAL. — Taf. XIII

Fig. 7 A, B.

A. AGASSIZ, Revision. p. 524—526.

Recent; Californien.

Den axialen Theil des Stachels, der etwa die Hälfte des Stacheldurchmessers einnimmt, erfüllt ein unregelmässig weit-

maschiges, spongiöses Netzwerk von runden Kalkfäden. Die letzteres umschliessende Stachelwand setzt sich aus 16 Radiärsepten zusammen. Im Gegensatz zu den schlank keilförmigen Septen von *Echinodiscus* besitzen diejenigen von *Echinarachnius* einen etwas plumperen, keulenförmigen Querschnitt, indem sich deren periphere Enden birnenförmig aufblähen. Auch das axiale Viertel des Septenquerschnittes zeigt eine schwache Verdickung. Auf der abgerundeten Aussenfläche des keulig verdickten Endes sitzen scharfe, sanft nach oben gerichtete Dornen, die z. Th. von der Schnittebene des Präparates getroffen sind (vergl. Taf. XIII Fig. 7 A) und dann als kleine Spitzchen erscheinen, in welche die Radiärsepta auslaufen. Eine gegenseitige Berührung der letzteren findet nicht statt. Ihren Zusammenhang und die Verbindung untereinander erhalten dieselben genau auf gleiche Weise, wie bei den oben beschriebenen Stacheln von *Echinodiscus*, also durch Horizontalsysteme von am axialen Septalende gelegenen Interseptalleistchen.

Erklärung von Fig. 7 A und B, Taf. XIII.

A. Querschnitt eines Stachels von *Echinarachnius excentricus* VAL.

a = Axialcanal mit spongiösem Netzwerk von runden Kalkfäden = *ag*; ihre in der Schnittebene liegenden Anschnitte weiss, die tieferliegenden Theile grau;

s = im Querschnitt birnenförmig aufgeblähte Radiärsepta;

i = Interseptalraum;

il = die unterhalb der Schnittebene liegenden Interseptalleistchen (grau).

B. Längsschnitt durch ein Stachelstück von *Echinarachnius excentricus* VAL.

a = Axialcanal mit Netzwerk von Kalkfäden = *ag*; weiss die Anschnitte derselben, grau die tieferliegenden Theile.

Links: Schnitt durch einen Interseptalraum (wie oben).

Rechts: Schnitt durch ein Radiärseptum = *s* in seiner ganzen Flächenausdehnung.

Das gleiche mikrostructurelle Bild geben die Stacheln von

138. *Encope emarginata* AG.

A. AGASSIZ, Revision. p. 325—329, 445.

Recent; Brasilien.

Auch von Stacheln des Scutellidae-Typus sind infolge deren ausserordentlicher Kleinheit fossile Vertreter nicht bekannt.

6. Typus *Spatangus*.

Die borstenartig dünnen Stacheln der vorliegenden Spatangiden und Holasteriden besitzen eine cylindrische Gestalt mit allmählich verjüngtem Ende und zeigen eine den peripheren Septenrändern entsprechende Längsrippung.

Das Kalkskelet der Stacheln vom *Spatangus*-Typus weist folgenden structurellen Bau auf:

Axialcanal mit kräftiger, perforirter Axialscheide; die Stachelwand mit 15—40 Radiärsepten, diese nach der Peripherie an Stärke mehr oder weniger beträchtlich zunehmend, deshalb im Querschnitt keil- oder fächerförmig, oder keulen- bis birnenförmig; an ihren proximalen Rändern mit der Axialscheide verschmolzen; peripher sich nicht oder kaum berührend; unmittelbar an ihrem proximalen Rande durch ein grosses, rundes Foramen durchbohrt, welches mit einem schlitzförmigen Canale der Axialscheide in directer Verbindung steht; diese Canäle und somit auch die Septalforamina liegen in verticalen, miteinander alternirenden Reihen; ohne Interseptalgebilde.

Diesen Typus tragen sowohl die von uns untersuchten Stacheln der Spatangiden-Geschlechter *Echinocardium*, *Spatangus*, *Schizaster*, *Maretia*, *Brissomorpha*, *Micraster*, *Hemiaster*, *Metalia* und *Brissus*, als auch diejenigen der Holasteriden-Genera *Ananchytes*, *Hemipneustes*, *Stegaster* zur Schau, so dass die Stacheln dieser beiden Familien auf Grund ihrer Mikrostruktur nicht von einander abzutrennen sind.

Abbildungen nebst sehr kurz gehaltenen Beschreibungen von Spatangidenstacheln und deren Mikrostruktur hat bereits gegeben:

A. AGASSIZ, Revision of the Echini. p. 656. t. XXXVII fig. 9—20.

— Report on the Echinoidea, dredged by H. M. S. Challenger. p. 17, 18. t. XXXVIII fig. 23.

Zur Klarlegung des Aufbaues der Stacheln des *Spatangus*-Typus möge zunächst die Abbildung und Beschreibung der Stacheln von *Echinocardium cordatum* GRAY dienen.

Echinocardium cordatum GRAY. — Taf. XIII Fig. 8 A, B.

E. DESOR, Synopsis. p. 407.

A. AGASSIZ, Revision. p. 349, 350, 580.

Pliocän von Suffolk; marines Diluvium von Fahrenkrug bei Segeberg; recent von der norwegischen Küste. Die Mikrostruktur der Stacheln aller dieser Vorkommnisse stimmt genau überein.

Der Axialcanal, der etwa die Hälfte des Stacheldurchmessers in Anspruch nimmt, wird umschlossen von einer kräftigen, perforirten Axialscheide und diese von der Stachelwand, die sich aus 36 Radiärsepten aufbaut. Diese letzteren haben einen keilförmigen Querschnitt, indem sie nach der Peripherie zu an Stärke zunehmen, ohne jedoch hier zu gegenseitiger Berührung zu gelangen. An ihrem proximalen Ende verdicken sie sich etwas und verschmelzen dann mit der Axialscheide. Nun ist aber jedes Radiärseptum nebst dem ihm zugehörigen Theile der Axialscheide in regelmässigen Abständen von der Innenfläche der letzteren aus durch tiefe Einbuchtungen ausgeschlitzt (s. Taf. XIII Fig. 8 B, *agf* u. *fb*), welche in der Axialscheide mit einem horizontal gerichteten Einschnitte beginnen und sich dann bis ungefähr zur Mitte des Septums blattartig ausbreiten. Diese birn- oder keulenförmigen Ausbuchtungen (s. Taf. XIII Fig. 8 B, *agf* u. *fb*) sind demnach aus der Combination einer schlitzförmigen Perforation der Axialscheide mit einem grossen, rundlichen Foramen des zugehörigen Radiärseptums hervorgegangen, und sind derartig angeordnet, dass sie auf der Innenseite der Axialscheide in der Verticallinie der entsprechenden Radiärsepten alterniren, sie öffnen sich also in Kreisen von alternirenden Schlitzten nach innen. Infolge dieser ihrer abwechselnden Stellung wird der axiale Theil des Ausschnittes beiderseits von einer zwischen zwei Ausschnitten liegenden Strecke der Axialscheide begrenzt und erscheint deshalb als ein schlitzförmig in die Axialröhre mündender, kurzer, elliptischer Canal. An der Basis der Radiärsepten mündet derselbe durch die grossen, basalen Septalforamina rechts und links in die angrenzenden Interseptalräume (s. Taf. XIII Fig. 8 A, *agf* u. *fb*).

Erklärung von Fig. 8 A und B, Taf. XIII.

A. Querschnitt eines Stachels von *Echinocardium cordatum* GRAY.

a = axialer Hohlraum;

as = Axialscheide;

agf = ihre schlitzförmigen, in die basalen Septalforamina mündenden Perforationen (grau);

s = keilförmige Radiärsepta;

s' = zwischenliegende Radiärsepta; weiss ihre in der Schnittebene liegenden peripheren Enden; grau ihre angeschnittenen basalen Foramina = fb ;

i = Interseptalräume.

B. Längsschnitt der Axialscheide = as und eines ihr aufsitzenden Radiärseptums = s in seiner ganzen Flächenausdehnung. Links der axiale, rechts der periphere Rand;

$agf + fb$ = birnen- oder keulenförmige Ausbuchtungen der Axialscheide und des Radiärseptums.

Innerhalb des Bereiches des p. 257 definierten und durch die Beschreibung und Abbildung der *Echinocardium*-Stacheln illustrierten Baues der Stacheln des *Spatangus*-Typus macht sich eine grössere Variabilität geltend, welche so weit geht, dass dies zur Unterscheidung einer Anzahl von Gruppen führt, deren eine in den beschriebenen *Echinocardium*-Stacheln ihren charakteristischen Repräsentanten findet. Diese Variabilität äussert sich wesentlich in der Modification der Keilgestalt der Radiärsepta, steht jedoch in keinerlei Zusammenhang mit der Zugehörigkeit der Stacheln zu Spatangiden oder Holasteriden. Danach lassen sich innerhalb des allgemeinen *Spatangus*-Typus die folgenden Gruppen unterscheiden:

a) *Echinocardium*-Gruppe (Taf. XIII Fig. 8 A, B).

Radiärsepta im Querschnitt jenseits der Axialscheide in peripherer Richtung ganz allmählich an Stärke zunehmend, und zwar geradlinig begrenzt, also schlank bis plump keilförmig.

139. *Echinocardium cordatum* GRAY. — Taf. XIII Fig. 8 A, B.

Citate s. p. 256, 257.

36—40 Radiärsepta.

140. *Spatangus* sp.

15—30 Radiärsepta.

Pliocän von Anzio.

141. *Spatangus Hoffmanni* GOLDF.

TH. EBERT, Die Echiniden des nord- und mitteldeutschen Oligocäns. p. 63 —67. Taf. IX Fig. 3.

17 Radiärsepta.

Oberoligocän von Doberg bei Bünde.

142. *Spatangus purpurcus* LESKE.

A. AGASSIZ, Revision. p. 565—567. t. XIX c fig. 5, 6; t. XXXVII fig. 16.

25 Radiärsepta.

Recent; Neapel.

143. *Schizaster canaliferus* AG.

A. AGASSIZ, Revision. p. 609—611. t. XXIII a fig. 1—3.

30 Radiärsepta.

Recent; Mittelmeer.

144. *Maretia planulata* GRAY.

A. AGASSIZ, Revision. p. 570—572. t. XIX b fig. 9, 10; t. XXXVII fig. 13, 14.

23 Radiärsepta.

Recent; China.

145. *Stegaster Facki* STOLLEY.

19 Radiärsepta.

Quadratenkreide von Lägerdorf bei Itzehoe.

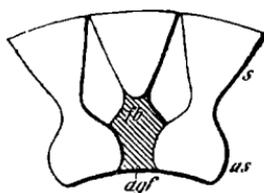
b) *Brissus*-Gruppe (Textfig. 5).

Radiärsepta im Querschnitt peripher fächerartig verdickt, erscheinen deshalb kürzer und gedrungener als in Gruppe a.

146. *Brissus* sp.

19 Radiärsepta.

Pliocän von Pozzuoli.

147. *Brissus carinatus* GRAY.

A. AGASSIZ, Revision. p. 596—597.

20—41 Radiärsepta.

Recent; Rothes Meer; Mauritius.

Fig. 5. Theil des Querschnittes eines Stachels von *Brissus carinatus* GRAY. *as* = Axialscheide; *s* = im Querschnitt peripher fächerartig ausgebreitete Radiärsepta; *ayf* = Foramen der Axialscheide, mündend in *fb* = basales Foramen der Radiärsepta.

c) *Brissomorpha*-Gruppe (Textfig. 6 u. 7).

Radiärsepta im Querschnitt nicht geradlinig keilförmig, sondern distal stark verdickt, am äusseren peripheren Ende jedoch wieder verjüngt und abgerundet, so dass ein keulenförmiger Querschnitt entsteht.

148. *Brissomorpha Fuchsi* LAUBE (Textfig. 6).

G. LAUBE, Die Echinoiden der österreichisch-ungarischen oberen Tertiärablagerungen. p. 72—73. Taf. IX Fig. 1.

23—30 Radiärsepta.

Ältere Mediterranstufe (mariner Sand) von Gauderndorf.

Zur Anfertigung von Präparaten dienten Stachelbruchstücke, welche Herr Prof. Dr. Th. FUCHS bereitwilligst von dem im Wiener Hofmuseum befindlichen, mit Stachelchen bedeckten Originalen LAUBE's abgelöst hatte. Genau die gleiche Mikrostruktur besitzen ebenfalls nur 0,15 mm starke Stachelchen aus der älteren Mediterranstufe von Eggenburg, welche das hiesige palaeontologische Institut gleichfalls der Güte des Herrn Prof. Dr. FUCHS verdankt (vergl. Beitr. z. Palaeont. 1898. 11. Heft 4. p. 219. Studien i. d. Tertiärbild. v. Eggenburg).

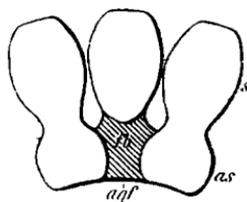


Fig. 6. Theil des Querschnitts eines Stachels von *Brissomorpha Fuchsi* LAUBE. *as* = Axialscheide; *s* = im Querschnitt stark aufgeblühte, keulenförmige Radiärsepta; *agf* = Foramen der Axialscheide, mündend in *fb* = basales Foramen der Radiärsepta.

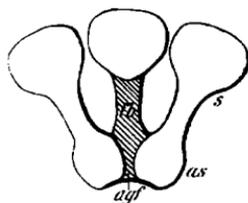


Fig. 7. Theil des Querschnitts eines Stachels von *Micraster* sp. *as* = Axialscheide; *s* = im Querschnitt am peripheren Ende plump keulenförmig aufgeblühte Radiärsepta; *agf* = Foramen der Axialscheide, mündend in *fb* = basales Foramen der Radiärsepta.

149. *Micraster* sp. (Textfig. 7).

Radiärsepta im Querschnitt plump keulenförmig, axialwärts bisweilen fast stielartig verjüngt und dann sich von der Axialscheide scharf abhebend.

13—16 Radiärsepta.

Emscher Mergel; Mucronaten- und Quadratenkreide von Lüneburg.

150. *Schizaster* sp.

Stachelquerschnitt *Micraster*-ähnlich, die peripher verdickten Radiärsepta jedoch schlanker als bei *Micraster*.

17 Radiärsepta.

Asphalt-Mergel von Ragousa in Sicilien.

151. *Hemiaster Lorioli* PÉR. et GAUTH.

Aufbau der Stacheln ähnlich wie bei *Schizaster*.

24 Radiärsepta.

Cenoman von Batua, Algerien.

152. *Ananchytes ovata* LAM.

(Textfig. 8.)

E. DESOR, Synopsis. p. 330.

Aufbau der Stacheln ähnlich wie bei *Schizaster*.

19 Radiärsepta.

Mucronatenkreide von Hemmoor; Quadratenkreide von Lägerdorf.

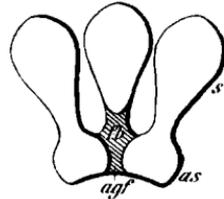


Fig. 8. Theil des Querschnittes eines Stachels von *Ananchytes ovata* LAM. *as* = Axialscheide; *s* = im Querschnitt am peripheren Ende schlank keulig aufgetriebene Radiärsepta; *agf* = Foramen der Axialscheide, mündend in *fb* = basales Foramen der Radiärsepta.

153. *Hemipneustes striato-radiatus* LESKE.

E. DESOR, Synopsis. p. 349.

In direkter Nachbarschaft mit *Hemipneustes striato-radiatus* LESKE finden sich im Maastrichter Kreidetuff Stachelfragmente, welche mit grösserer Wahrscheinlichkeit dem genannten Seeigel zugehören. Beruht dies auf Thatsächlichkeit, so würde sich *Hemipneustes* auch im Bau seiner Stacheln eng an *Ananchytes* anschliessen.

17 Radiärsepta.

154. *Metalia maculosa* Ag.

A. AGASSIZ, Revision. p. 598—600. t. XXI b fig. 8, 9.

In dem Bau ihrer Stacheln schliesst sich *Metalia maculosa* AG. am meisten an *Brissomorpha* an, nur dass sich der keulenförmige Querschnitt der Radiärsepten der ersteren peripherisch wieder etwas ausbreitet, wodurch er kelchähnliche Gestalt erhält.

23 Radiärsepta.

Recent; Mauritius.

VIII. Erklärung der bei sämtlichen Abbildungen der Quer- und Längsschnitte von Echinoideenstacheln zur Anwendung gelangten Buchstabenbezeichnungen.

I. Stachelaxe.

- a* = Axialcanal (Centralcanal).
- ar* = axialer Röhrencomplex.
- ag* = axiales spongiöses Gewebe.
- as* = Axialscheide.
- af* = Foramina der Axialröhren.
- agf* = Foramina der Axialscheide.

II. Stachelwand.

- s* = Radiärsepta.
- sf* = Foramina der Radiärsepta.
- fb* = basale Foramina der Radiärsepta.

- i* = Interseptalräume (Interseptalfächer).
- ib* = Interseptalbalkchen (Querbalkchen).
- il* = Interseptalleistchen (Querleistchen).
- ig* = Interseptales spongiöses Gewebe.
- if* = Perforirung von Interseptalleistchen.

- d* = Deckschicht.
- dc* = Canälchen der Deckschicht.
- k* = Oberflächliche Körnchen oder Dornen.

Die Erklärung der Tafelfiguren findet sich im Texte, und zwar diejenige von Fig. 1 p. 210, Fig. 2 p. 241, Fig. 3 p. 242, Fig. 4 p. 248, Fig. 5 p. 252, Fig. 6 p. 254, Fig. 7 p. 255, Fig. 8 p. 257, 258.

I n h a l t.

	Seite
I. Einleitende Bemerkungen. Aufgabe der angestellten Untersuchungen. Förderung derselben durch Museen und Forscher durch Überweisung von Material	185
II. Literatur	189
III. Erhaltungszustand	192
IV. Herstellung der Präparate	193
V. Allgemeine Histologie	195
1. Stachelwand	195
2. Stachelaxe	200
3. Stachelkopf	202
VI. Systematische Bedeutung der Mikrostructur der Seeigelstacheln und deren Classification	204
VII. Specielle Histologie der Seeigelstacheln	207
1. Typus <i>Cidaris</i> (Taf. XII Fig. 1, Textfig. 1, 2, 3). Allgemeines	207
Cidaridenstacheln des	
Devon	212
Carbon	113
Perm	213
Muschelkalk	214
Jura	215
Kreide	219
Tertiär	223
Quartär	225
Modificationen des <i>Cidaris</i> -Typus	226
a) Die <i>Cidaris</i> -Stacheln aus den St. Cassian-Schichten	226
b) <i>Rhabdocidaris</i> -Modification	232
c) <i>Glandifera</i> -Modification	234
d) <i>Phyllacanthus</i> -Modification	234
2. Typus <i>Echinus</i> (Taf. XII Fig. 2 und 3). Allgemeines .	236
a) Mit undurchbohrten Radiärsepten	243
b) Mit durchbohrten Radiärsepten	244
3. Typus <i>Diadema</i> (Taf. XIII Fig. 4, Textfig. 4). Allgemeines	245
<i>Diadema</i>	246
<i>Centrostephanus</i>	249
<i>Diademopsis</i>	250

	Seite
4. Typus <i>Clypeaster</i> (Taf. XIII Fig. 5). Allgemeines . . .	250
5. Typus <i>Scutellidae</i> (Taf. XIII Fig. 6 und 7). Allgemeines	253
a) mit Axialcanal	253
b) Mit axialem Maschengewebe	254
6. Typus <i>Spatangus</i> (Taf. XIII Fig. 8, Textfig. 5, 6, 7, 8).	
Allgemeines	256
a) <i>Echinocardium</i> -Gruppe	258
b) <i>Brissus</i> -Gruppe	259
c) <i>Brissomorpha</i> -Gruppe	259
VIII. Erklärung der bei sämtlichen Abbildungen der Quer- und Längsschnitte von Echinoideenstacheln zur Anwendung ge- langten Buchstabenbezeichnungen	262

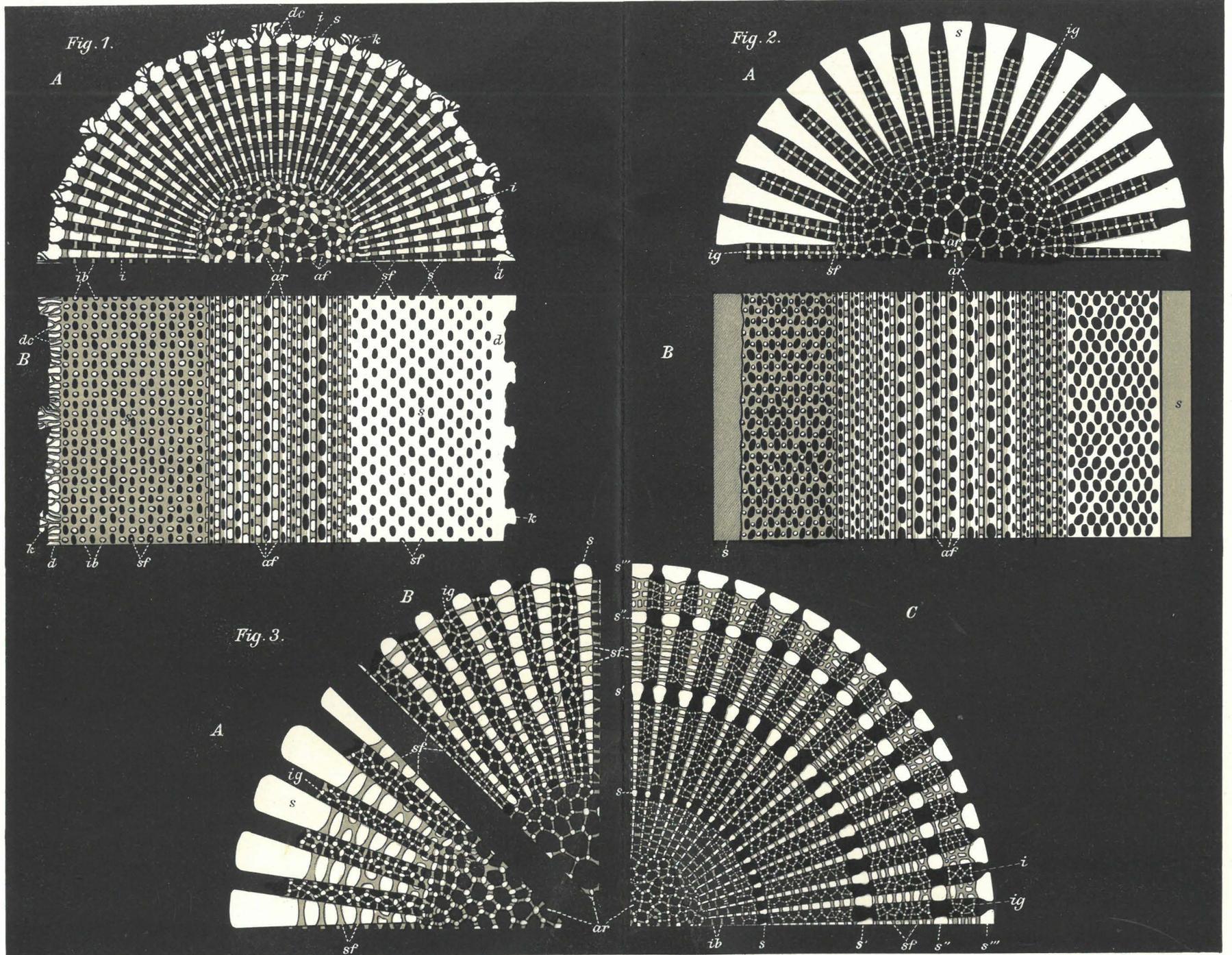


Fig. 4.

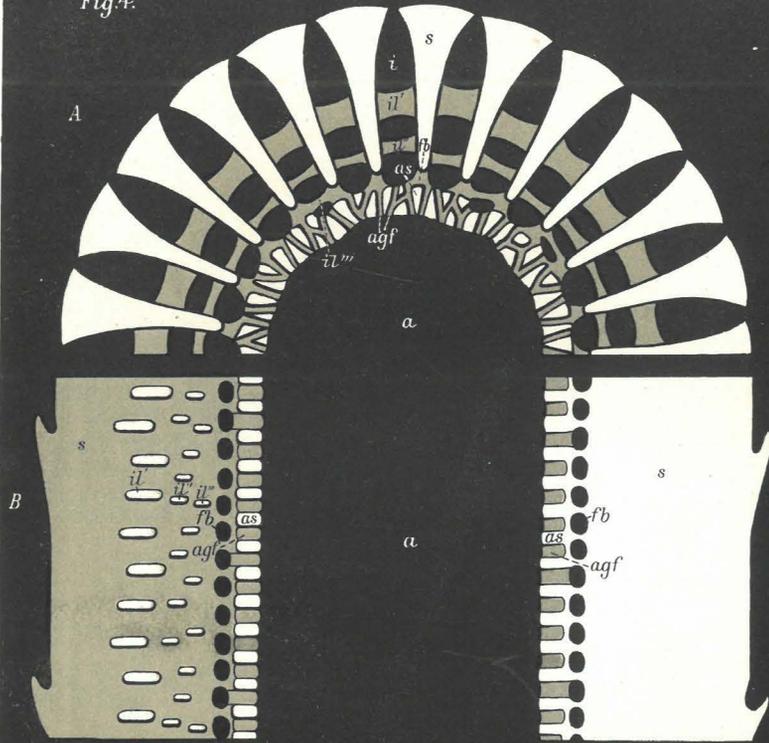


Fig. 5.

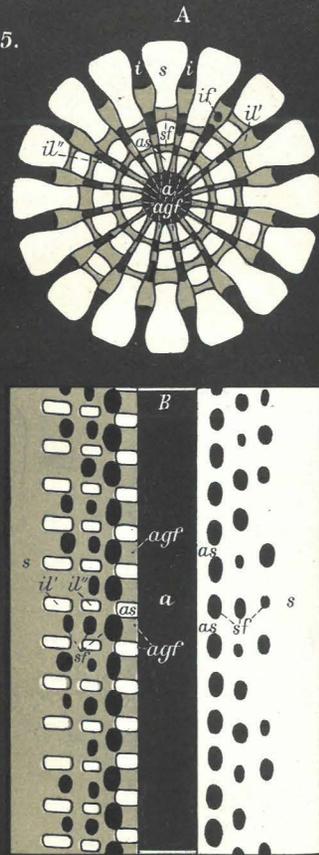


Fig. 6.

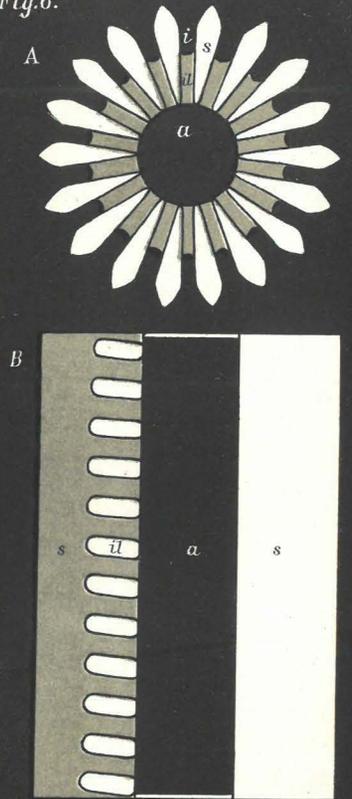


Fig. 7.

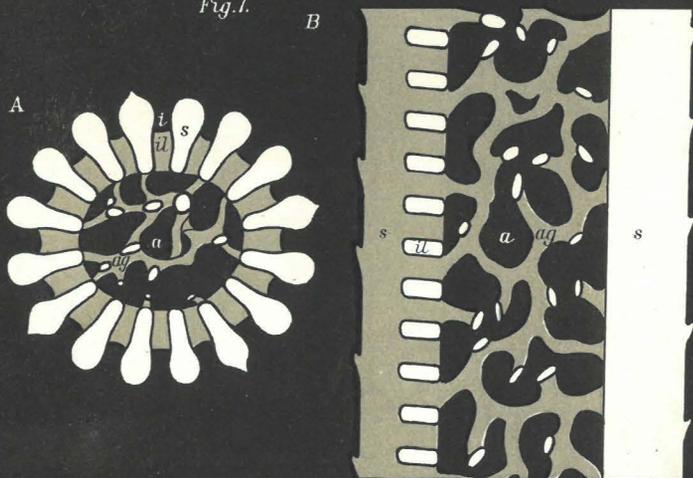


Fig. 8.

