

12. Die Beschaffenheit des Apikalfeldes von Schizaster und seine geologische Bedeutung.

Von Herrn A. TORNQUIST in Straßburg.

Hierzu Taf. XVa.

Bei der Durchmusterung der Echinidengattung Schizaster wurde ich auf eine bemerkenswerte Polymorphie, welche sich in der Ausbildung des Apikalfeldes bei den verschiedenen Arten dieser Gattung vorfindet, aufmerksam. Nachdem ich diesem Verhältnis durch die in Betracht kommende Literatur und an einem größeren recenten und fossilen Material nunmehr nachgegangen bin, kann im folgenden gezeigt werden, daß die verschiedene Ausbildung des Apikalfeldes bei dieser Gattung drei verschiedene phylogenetische Stadien darstellt, welche einerseits in interessanten Beziehungen zu einander stehen, die andererseits aber auch ein Kriterium abgeben, um das Alter tertiärer Echinidenfaunen zu bestimmen.

Diese drei Ausbildungen des Apikalfeldes bei Schizaster sollen als das asymmetrische, das symmetrisch zweiporige, und das symmetrisch vierporige bezeichnet werden. Ihre Charakteristik ist folgende:

1. Der asymmetrische Typus.

Typus: *Schizaster fragilis* D. u. K.

Das Scheitelschild von *Schizaster fragilis* D. u. K. ist im Jahre 1874¹⁾ von LOVÉN sehr genau dargestellt worden; diese Abbildung ist auf Taf. XV^aFig. 3 von mir wiedergegeben. Die Asymmetrie dieses Scheitelschildes wird dadurch hervorgerufen, daß nur drei Genitaltäfelchen vorhanden sind und damit nur drei große Genitalporen im Apikalfeld auftreten. Wie bei allen Schizaster-Arten besitzt das unpaare Interambulakrum keine Genitalpore vor seinem Ende; ja die hier zu erwartende Genitaltafel ist vollkommen obliteriert.

Die drei Poren verteilen sich daher auf die Enden der beiden paarigen Interambulakralregionen, und zwar so, daß das

¹⁾ Études sur les Échinidées, Kgl. svensk. Vetensk.-Ak. XI, S. 12, t. 12, f. 102.

Paar hinterer Interambulakren vor sich je eine große Genitalpore aufweist, während von dem vorderen Paar Interambulakren nur die vordere linke Region eine Genitalpore vor sich hat, während der vorderen rechten Region Genitalpore und Genitalplatte fehlt. An Stelle dieser Platte dehnt sich die Madreporenplatte nach vorne und weit nach hinten bis zu der Endigung des hinteren unpaaren Interambulakrums aus. Hieraus resultiert, sowohl was die Verteilung der Genitaltäfelchen, oder — wie man sich mit bloßem Auge besser überzeugt — der Genitalporen an belangt, als auch was die Gestaltung der Madreporenplatte betrifft, eine deutliche Asymmetrie des Apikalfeldes.

2. Der symmetrische zweiporige Typus.

Typus: *Schizaster canaliferus* Ag.

In der Literatur über die rezenten Schizaster-Arten begegnet man Angaben, daß nicht bei allen Arten diese asymmetrische, durch das Auftreten von drei Genitalporen gekennzeichnete Ausbildung des Scheitelschildes vorhanden ist, sondern daß abweichend davon auch nur zwei Genitalporen und damit nur zwei Genitaltäfelchen ausgebildet sein können. So nennt POMEL¹⁾ als Gattungsdiagnose von Schizaster sogar allein zwei Genitalporen; aber die meisten der übrigen Autoren geben für die rezenten Formen deren zwei oder drei an. Eine der ältesten Angaben über die Beschaffenheit des Scheitelschildes bei Schizaster befindet sich in dem „Catalogue raisonné“ von M. L. AGASSIZ²⁾, wo die verschiedene Zahl von Genitalporen hervorgehoben wird und bei *Schizaster canaliferus* speziell zwei Poren angegeben werden. Auch DESOR³⁾ machte die Beobachtung, daß das Scheitelschild in dieser Hinsicht „variabel“ sei. Seine Angabe allerdings, daß, wenn drei Poren vorhanden seien, diese dem hinteren Paar von Interambulakren und dem hinteren, unpaaren Interambulakrum entsprächen, trifft nach der oben gegebenen Darstellung nach LOVÈN nicht zu, ebenso wenig, daß der im Mittelmeer lebende *Schizaster canaliferus* drei Poren besitze, denn gerade diese Art werden wir jetzt als Typus der zweiporigen Schizaster kennen lernen; auch ist die Ausbildung des Scheitelschildes durchaus nicht bei den einzelnen Arten inkonstant, wie DESOR vermutet, sondern ein sehr

¹⁾ Classification méthodique et Genera des échinides vivants et fossiles. Thèses. Alger. 1883, S. 37.

²⁾ Catalogue raisonné des familles, des genres et des espèces de la classe des échinodermes. 1847. Annales des sciences nat. (3) VI, S. 126, t. 16, f. 6.

³⁾ Synopsis des échinides fossiles. Paris 1858. S. 380.

konstantes Merkmal, wie sowohl aus der heute vorliegenden Literatur genügend ersichtlich ist, von mir speziell aber noch an den zahlreichen Echiniden nachgeprüft wurde, welche in dem hiesigen, Straßburger, zoologischen Institut sich befinden, und welche mir durch die Freundlichkeit meines Kollegen, Herrn Professor DOEDERLEIN zugänglich gemacht wurden.

Das Vorhandensein von nur zwei Genitalporen bei *Schizaster canaliferus* war außer von M. L. AGASSIZ (s. oben) aber auch schon von JOH. MÜLLER¹⁾ deutlich erkannt und wiedergegeben worden, allerdings findet sich die Unrichtigkeit der Abbildung DESORS, von BRONN in die „Klassen und Ordnungen des Tierreichs (t. XLII, f. 5D) und von NEUMAYR in die „Stämme des Tierreichs“ (S. 394) übernommen.

Auch ALEXANDER AGASSIZ tut der Ausbildung des Scheitelschildes mehrfach Erwähnung. Im Jahre 1881 im Report der Challenger-Echinoidea²⁾ findet man die Angabe, daß *Schizaster japonicus* Ag. drei Genitalporen aufweist, zwei große in den hinteren paarigen Ambulakren (wohl Interambulakren gemeint) und eine links vorne, also in dieser Hinsicht wie der oben geschilderte *Sch. fragilis* ausgebildet ist; dasselbe gilt von *Sch. moseleyi* Ag.³⁾ Einige weitere Angaben über den diesbezüglichen Charakter bei recenten Echiniden finden sich auch schon in der „Revision of Echini“ aus dem Jahre 1874⁴⁾. Dort gibt AGASSIZ an, daß bei *Schizaster ventricosus* GRAY ebenfalls drei Genitalporen sich finden; bei Besprechung des *Schizaster Philippi* GRAY übergeht er allerdings dieses Verhältnis; ich kann aber hinzufügen, daß diese Art ebenfalls, wie die besprochenen, drei Genitalporen zeigt, welche genau wie bei *Sch. fragilis* angeordnet sind. Bei *Sch. japonicus* und *Philippi* konnte ich mich selbst an Exemplaren, welche diese Verhältnisse leicht erkennen lassen, davon überzeugen. Unbestimmter als die übrigen Angaben ist aber diejenige, welche von *Schizaster gibberulus* gemacht wird, nämlich, daß er drei oder vier Genitalporen zeigt; das Material, welches AGASSIZ vorlag, war nicht günstig, sodaß eine Entscheidung über die Ausbildung des Scheitelschildes dieser Art noch aussteht.

Während diese lebenden Schizaster also — *Sch. gibberulus* vorläufig noch ausgenommen — ein Scheitelschild von dem ge-

¹⁾ Über den Bau der Echinodermen. Kgl. Preuss. Akad. Wiss. Berlin 1854, S. 179, Taf. I fig. 6.

²⁾ Challenger Expedition. Zoolog. IX. 1881. S. 202.

³⁾ Ebenda S. 203.

⁴⁾ Illustrated Catalogue of the Museum of comparative zoology. VII, S. 612 ff.

schilderten asymmetrischen Typus des *Sch. fragilis* aufweisen, findet sich bei dem im Mittelmeer lebenden *Schizaster canaliferus* Ag. ein ganz anderer Typus vor, der schon von AGASSIZ und JOH. MÜLLER treffend dargestellt ist¹⁾.

Die auf Figur 2 von mir wiedergegebene Abbildung des Schildes eines lebenden Exemplares aus dem Mittelmeer läßt die Trennung des Apikalfeldes gegen die Interambulakralregionen deutlicher erkennen. Die mit viel feineren Tuberkeln versehenen Genitaltäfelchen lassen sich an meinem Exemplar gut von den Interambulakraltäfelchen abtrennen.

Man erkennt, daß die beiden einzigen Genitalporen in der Verlängerung der hinteren paarigen Interambulakralregionen stehen, daß sowohl die hintere unpaare als auch die vorderen paarigen Regionen keine Genitalporen und Genitaltäfelchen aufweisen. Die Madreporenplatte steht hinten in der Symmetrielinie, erstreckt sich aber nach vorne normal mit einem Zipfel stark nach rechts weit vor die rechte Genitalpore. Die Genitalporen sind auffallend groß, und es hat den Anschein, als wenn sich dieselben auf Kosten der 3 obliterierten Genitalporen besonders groß entwickelt hätten. Andererseits erweckt die sehr große Madreporenplatte mit den deutlich sichtbaren Perforationen die Vorstellung, als seien die fehlenden Genitalporen und vor allem die fehlenden Genitaltäfelchen selbst durch die Ausbreitung dieser Platte nach hinten und seitlich verdrängt worden.

Diese Beschaffenheit des Apikalfeldes bei *Schizaster canaliferus* will ich im folgenden kurz als den zweiporig symmetrischen bezeichnen.

Dieser Typus findet sich in ähnlicher Weise auch verbreitet bei jungtertiären Formen wieder, doch bevor darauf eingegangen werden soll, wollen wir den dritten und letzten Typus betrachten, den das Scheitelschild von *Schizaster* zeigen kann.

3. Der symmetrische vierporige Typus.

Typus: *Schizaster howa* TORNQ.

Es fehlt leider sehr an Wiedergaben von Scheitelschildern fossiler *Schizaster*; eine Anzahl von Wiedergaben von Apikalfeldern eocäner *Schizaster* finden sich in der Paléontologie française²⁾. COTTEAU bildet dort auf t. LXXXI das Scheitelschild von *Schizaster Des Moulinsi* DESM., auf t. LXXXV, f. 5 und t. XXXVI, f. 4 dasjenige von *Schizaster Rousselli* CORR., auf t. LXXXVII, f. 5 ein solches von *Sch. obesus* LEYM., auf

¹⁾ Über den Bau der Echinodermen. a. a. O. S. 179 t. 1. f. 6.

²⁾ Terrain tertiaire. I. Échinides éocènes. 1885—89.

t. XCVI, f. 1 ein solches von *Sch. ambulacrum* DESH. und auf t. CIII, f. 3 dasjenige von *Sch. Studeri* ab. Auf allen diesen Abbildungen zeigt sich gleichmäßig, daß diese eocänen Schizaster weder drei noch zwei Genitalporen besitzen, sondern deren vier aufweisen; nur bei der Wiedergabe des *Sch. ambulacrum* glaubt man deren zwei zu erkennen; doch findet sich im Text die präzise Angabe, daß auch bei dieser Art vier Genitalporen auftreten.

Leider liegt mir kein Schizaster aus dem französischen Eocän vor, an dem ich die von COTTEAU angegebene Beschaffenheit des Apikalfeldes genau verfolgen könnte; ich bin nur in dem Besitz von besonders gut erhaltenem Schizaster-Material¹⁾ aus dem Eocän von der Makambi-Insel bei Madagaskar, auf dem sich die Beschaffenheit des Apikalfeldes so darstellt, wie ich es auf Taf. XVa f. 1 dargestellt habe.

Auf dem Apikalfeld dieses *Schizaster howa* TORNQ. zeigt sich eine vollständige Symmetrie der Ausbildung; es sind vor allem vier Genitalporen vorhanden und zwar an der Endigung der seitlichen, paarigen Interambulakren, während das hintere Interambulakrum keinerlei Pore aufweist. Das hintere Porenpaar ist zugleich bedeutend größer als das vordere Paar; alle vier Poren liegen dabei genau vor der Mitte der betreffenden Interambulakralfelder. Die beiden gleichseitigen Genitaltäfelchen sind dabei kaum von einander getrennt und machen den Eindruck einer verwachsenen Platte. In der Symmetrielinie, mitten zwischen die beiderseitigen Genitaltafeln schiebt sich die dreiseitige Madreporenplatte ein, welche von zu Kreisen angeordneten Durchbohrungen bedeckt ist. Die Madreporenplatte endet hinten an dem unpaaren Interambulakrum breit, nach vorne ist sie zugespitzt, erreicht aber nicht mehr das vordere unpaare Ambulakrum, sondern keilt sich kurz vorher durch die sich vorne zusammenschließenden Genital-Täfelchen aus. Bei ganz genauer Betrachtung zeigt sich allerdings, daß die Partien, auf denen die vorderen beiden Genitalporen eingesenkt sind, sich rechts und links in ihrer Beschaffenheit nicht genau entsprechen. Das rechts vorne gelegene Plattenstückchen ist als Teil der Madreporenplatte breiter als das links vorne gelegene, und während das letztere eine nahezu glatte Oberfläche besitzt, weist jenes einen etwas deutlicheren Tuberkelbesatz auf. Ich erblicke darin schon eine gewisse Hinneigung zu der oben besprochenen Asymmetrie des jüngeren *Schizaster fragilis*. Es ist dieses Merkmal auch besonders hervorzuheben, um die von COTTEAU gegebenen, oben angeführten Abbildungen zu verstehen.

¹⁾ Abhandl. d. Senckenberg. Naturforsch. Ges. 1904, im Druck.

Wenn man mit dieser, von mir dem *Sch. howa* entnommenen Darstellung des Scheitelschildes die von COTTEAU in der Paléontologie française wiedergegebenen Abbildungen vergleicht, so findet man eine fast genaue Übereinstimmung; immerhin ist aber eine gewisse Differenz darin vorhanden, daß bei den von COTTEAU abgebildeten Apikalfeldern ein vollständiger Zusammenhang des vorderen Genitaltäfelchens mit der Madreporenplatte vorhanden zu sein scheint. Es wird sehr schwer sein, bei dem selten gut erhaltenen Apex der fossilen Schizaster für alle die von COTTEAU angeführten Arten eine Kontrolle vorzunehmen, ob bei ihnen tatsächlich eine derartige vollkommene Verschmelzung der Madreporenplatte mit dem vorderen rechten Genitalschild eingetreten ist, oder ob sich bei ihnen eine Beschaffenheit des Apikalfeldes vorfindet, wie ich bei dem madagassischen Schizaster fand; ich bin nicht in der Lage, diese Nachprüfung vorzunehmen, möchte aber bemerken, daß auch bei der Ausbildung, wie sie das Apikalfeld des *Schizaster howa* zeigt, bei nicht ganz so günstiger Erhaltung sehr leicht der Eindruck hervorgebracht werden kann, den COTTEAU auf seinen Abbildungen wiedergab, und zwar dadurch, daß bei der mit etwas größeren Tuberkeln versehenen vorderen, rechten Genitalplatte dann ein innigerer Zusammenhang mit der mit größeren Tuberkeln versehenen Madreporenplatte hervorgerufen wird, als es bei der sich stets durch niedrige Tuberkelchen auszeichnenden vorderen, linken Genitalplatte zu sein scheint. Auch kann hier auf eine Darstellung, welche DUNCAN und SLADEN¹⁾ von dem Apikalfeld des *Schizaster granti* gegeben haben, verwiesen werden, welche genau dasselbe zeigt, was ich bei *Sch. howa* beobachten konnte, und die Ansicht, daß die COTTEAU'schen Reproduktionen nicht ganz genau sind, bestätigen kann.

So interessant auch die Entscheidung dieser Frage sein dürfte, so ist sie doch für die vorliegende Untersuchung nicht von Bedeutung, und auch im Folgenden ist für die mit vier symmetrisch gelegenen Genitalporen, welche in der Weise, wie COTTEAU es tut, beschrieben sind, die Bezeichnung des vierporigen, symmetrischen Typus beibehalten.

Nachdem im Vorstehenden die verschiedene Beschaffenheit, welche das Apikalfeld zeigen kann, beschrieben worden ist, soll im Folgenden eine Darstellung gegeben werden, in welcher Weise diese Typen des Apikalfeldes auf die verschiedenen Etagen des Tertiär verteilt sind.

¹⁾ The fossil Echinoidea of Kachh and Kattywar. Palaeontologia Indica, Ser. XIV. Vol. I. Part. 4. 1883. S. 88.

Es geht aus dieser Darstellung hervor, daß der vierporige symmetrische Typus der älteste ist, welcher allein in der Kreide und ganz vorwiegend im Eocän vorkommt, aus ihm entwickeln sich der dreiporig asymmetrische und der zweiporig symmetrische im Tertiär.

Als Form der Darstellung habe ich zur Herstellung von Tabellen gegriffen, in denen die verschiedenen Typen der einzelnen Tertiäretagen mit dem betreffenden Literaturnachweis der Angabe über sie enthalten sind. Diese Tabellen stellen demnach das Beweismaterial dar, auf Grund dessen die Folgerungen über die Entwicklung des Scheitelschildes gemacht werden.

Ich glaube, in diesen Tabellen in ziemlicher Vollständigkeit alle Angaben über die Ausbildung von Scheitelschildern bei Schizaster-Arten zusammengetragen zu haben. Sollten in der Litteratur doch noch einzelne Angaben mir entgangen sein, so dürften diese an dem Gesamtergebnis wenig ändern, aber andererseits bei der großen Literatur über tertiäre Echiniden zu entschuldigen sein.

Das geologische Auftreten der drei Typen des Apikalfeldes.

Die ältesten Schizaster-Arten in der Kreideformation.

In der oberen Kreide sind die ältesten Schizaster vorhanden; es sind zwei cretacische Arten bekannt, deren Beschreibung wir COTTEAU verdanken. Im Jahre 1877 beschrieb COTTEAU¹⁾ aus dem in die allerhöchste Kreide zu stellenden Garumnien den *Schizaster antiquus*; von dem einzigen Exemplar, welches von dieser Art gefunden wurde, ist die Ausbildung des Scheitelschildes leider unbekannt geblieben. In günstigerer Erhaltung lag COTTEAU aber im Jahre 1883 ein ebenfalls obercretacischer Schizaster aus der Charente und Dordogne vor; dieser *Schizaster atavus* (ARNAUD) COTT.²⁾ zeigt sehr deutlich den symmetrisch vierporigen Typus des Scheitelschildes, sodaß dieser allein in der Kreide nachgewiesen worden ist.

Die Schizaster des Eocän.

Im Eocän wird die Entwicklung und Verbreitung der Gattung Schizaster sehr schnell eine außerordentlich große, sowohl

¹⁾ Echinides de la colonie du Garumnien. Ann. des sc. géol. IX, S. 67, t. VI, f. 26, 28.

²⁾ Echinides jurassiques, crétaqués, éocènes du sud-ouest de la France. Acad. des belles-lettres, sciences et arts de la Rochelle. 1883. S. 179. t. XII. f. 5—9.

im mediterranen Gebiet als im Pariser Becken, und in außer-europäischen Gebieten treten viele Arten auf.

Die nachstehenden Tabellen zeigen, daß die allermeisten eocänen Arten dem symmetrisch vierporigen Typus wie der *Schizaster atavus* der oberen Kreide angehören, daß aber neben diesem auch der symmetrisch zweiporige Typus vorhanden ist.

Die Literaturnachweise sind in folgender Weise abgekürzt worden:

- Ech. Alg. = COTTEAU, PÉRON et GAUTHIER: Echinides fossiles de l'Algérie. 9. fascicules. Étage éocène. 1885.
- Pal. fr. = Paléontologie française. COTTEAU. Echinides éocènes. Tome I, II. Atlas I, II. Paris 1885 bis 1889 und 1889 bis 1894.
- Ech. Vicent. = DAMES: Echiniden der vicentinischen und veronesischen Tertiärablagerungen. Palaeontographica. Bd. XXV. 1878.
- Ech. Südalp. = BITTNER: Beiträge zur Kenntnis alttertiärer Echinidenfaunen der Südalpen. Beiträge zur Pal. Öster. Ung. etc. Bd. I. 1882.
- Ech. Kach. = DUNCAN and SLADEN: The fossil Echinoidea of Kachh and Kattywar. Palaeontologia Indica. Ser. XIV. vol. I. p. 4. 1883.
- Pal. Alg. II = POMEL: Paléontologie ou description des animaux fossiles de l'Algérie. II Échinodermes. 1885.
- Lor. Egypte = LORIOL: Monographie des échinides contenus dans les couches nummulitiques de l'Égypte. Paris 1881.
- Ech. Sardaigne = COTTEAU: Description des échinides recueillis par M. Lovisato dans le Miocène de la Sardaigne. Mém. soc. géol. de France. XIII 1895.
- OPPENH. = OPPENHEIM: Revision der tertiären Echiniden Venetiens und des Trentino, unter Mitteilung neuer Formen. Diese Zeitschr. 1902. S. 159—243.
- Ech. Barcelone = LAMBERT: Descript. des Échinides foss. de la province de Barcelone. Mém. soc. géol. de France. IX. 1902.
- Ech. Corse = COTTEAU in A. Locard: Description de la faune des terrains tertiaires moyens de la Corse. Paris 1877.

Tabelle I.

Schizaster mit symmetrisch vierporigem Apikalfeld
im Eocän.

		unt. Eocän	mittl. Eocän	oberes Eocän	
1.	<i>Schizaster Des Moulinsi</i> DESM.	Pal. fr. S. 275	—	×	—
2.	— <i>Archiaci</i> COTT. . .	Ech. Vicent S. 57	—	—	×
3.	— <i>Rousseli</i> COTT. . .	Pal. fr. S. 285	—	×	—
4.	— <i>obesus</i> COTT. . . .	Pal. fr. S. 290	—	×	—
5.	— <i>pyrenaicus</i> MUN.-ch.	Pal. fr. S. 292	×	—	—
6.	— <i>Tournoueri</i> COTT. .	Pal. fr. S. 302	—	×	—
7.	— <i>Michelini</i> COTT. . .	Pal. fr. S. 304	—	×	—
8.	— <i>Jancti</i> COTT.	Pal. fr. S. 306	—	×	—
9.	— <i>Vlaini</i> COTT.	Pal. fr. S. 310	—	×	—
10.	— <i>acuminatus</i> (non Gldf) AG. ¹⁾	Pal. fr. S. 314	—	×	—
11.	— <i>ambulacrum</i> DESH.	Pal. fr. S. 323	—	—	×
12.	— <i>Delbosi</i> COTT.	Pal. fr. S. 326	—	×	—
13.	— <i>rimosus</i> DES.	Pal. fr. S. 338	—	—	×
14.	— <i>Degrangei</i> COTT. . .	Pal. fr. S. 343	—	—	×
15.	— <i>Studeri</i> AG.	Pal. fr. S. 347	—	—	×
16.	— <i>Meslei</i> PER. et GAUTH.	{ Pal. Alg. ²⁾ S. 94 Pal. fr. S. 355 Ech. alg. S. 63 }	—	—	×
17.	— <i>concinus</i> PER. et GAUTH.	Pal. fr. S. 358	—	—	{ genaues Lager unbekannt.
18.	— <i>baluchistanensis</i> d'ARCH	Ech. Kachh. S. 38	—	—	{ genaues Lager unbekannt.
19.	— <i>ajkaensis</i> OPP. . . .	OPPENH. S. 251	—	×	—
20.	— <i>lucidus</i> LAMB.	Ech. Vicent. Taf. X Fig. 2	—	—	×
21.	— <i>princeps</i> BITTN. . . .	Ech. Südalp. S. 56 OPPENH. S. 243	—	×	—

¹⁾ Die Angaben über den eocänen *Sch. acuminatus* sind nicht ganz übereinstimmend. Schon NÖTLING (s. u. S. 385) hob hervor, daß COTTEAU in den „Echinides tertiaires de la Belgique“ S. 66 nur 2 Genitalporen erwähnt, aber vier abbildet. In der Pal. fr. giebt er aber später auch in der Beschreibung der Art vier Genitalporen an. Eine Erklärung dieser verschiedenen Angaben ist darin zu suchen, daß außer dem eocänen Schizaster auch oligocäne und miocäne unter diese Bezeichnung fallen, welche dann nicht vier, sondern 2 Genitalporen zeigen. Weiter unten werden wir auf diese Art noch zu sprechen kommen; für die eocänen Formen ist der vierporige Typus des Scheitelschildes jedenfalls charakteristisch, wie die letzte Angabe COTTEAU's in der Pal. fr. beweist.

²⁾ Bei *Sch. Meslei* heisst es bei POMEL: „à deux pores génitaux avec deux autres presque obsolètes“; bei COTTEAU heisst es: „quatre pores génitaux, deux en arrière, larges et fortment écartés, deux plus petits en avant“.

		unt. Eocän	mittl. Eocän	oberes Eocän	
22. <i>Schizaster Laubei</i> BITTN. . . .	Ech. Südalp. S. 55 Pal. fr. S. 367	—	—	×	(genaues Lager unbekannt.)
23. — <i>vicinalis</i> Ag. ¹⁾ . . .	Ech. Vicent. Taf. IX, Fig. 4	—	—	×	
24. — <i>globulus</i> DAMES . . .	Pal. fr. t. XC, f. 5	—	×	×	
25. — <i>Meslei</i> POM. . . .	Pal. Alg. II S. 93	—	—	×	
26. — <i>Granti</i> D. S. ²⁾ . . .	Ech. Kach. S. 88	—	—	×	
27. — <i>thebensis</i> LOR. . .	Lor. Egypte S. 126	—	—	×	
28. — <i>monserratensis</i> LAMB.	Ech. Barcelone S. 42	—	×	—	
29. — <i>Leymerici</i> COTT. . .	Ech. Barcelone S. 45.	—	×	—	

Diese Tabelle zeigt, daß bei weitaus den meisten Schizaster-Arten des Eocän, bei welchen das Scheitelschild bekannt ist, der symmetrisch-vierporige Typus des Schildes vorhanden ist. Die folgende Tabelle wird zeigen, daß dieser Typus im Eocän aber nicht ausschließlich vertreten ist.

Es kommt im Eocän bei einer Anzahl von Schizaster-Arten auch der symmetrisch-zweiporige Typus vor und zwar sonderbarerweise fast ausschließlich in Nordafrika.

Bei folgenden sieben Arten wurden genauere Beobachtungen gemacht:

Tabelle II.

Schizaster mit symmetrisch zweiporigem Apikalfelde aus nordafrikanischem Eocän.

		unt. Eocän	mittl. Eocän	oberes Eocän	
1. <i>Schizaster africanus</i> LOR. . .	LOR. Egypte S. 62	—	×	—	unbekannte Stufe.
2. — <i>Gaudryi</i> LOR. . . .	LOR. Egypte S. 64	—	×	—	
3. — <i>Rohlfsi</i> LOR.	Pal. fr. S. 371	—	—	—	
4. — <i>mokkatamensis</i> LOR.	Pal. fr. S. 371	—	×	×	
5. — <i>symmetricus</i> DUN. SLAD.	Ech. Kachh. S. 220	—	—	—	
6. — <i>Mac Carthyi</i> POM.	Ech. Alg. S. 91	—	—	×	
7. — <i>Nicaisi</i> POM.	Ech. Alg. S. 97	—	—	×	

¹⁾ COTTEAU nennt in der Pal. fr. bei dieser Art dagegen nur 2 Genitalporen, doch lautet die Angabe in der Ech. alg. unbestimmt.

²⁾ Im geolog. Teil der citierten Arbeit S. 10 heisst es: „probably upper Nummulitic beds“.

Diesen Tabellen ist gegenüber zu stellen, daß der dritte Typus des Apikalfeldes, der unsymmetrische, im Eocän nicht sicher nachgewiesen ist. Die einzige Angabe, daß sich ein dreiporiger Schizaster im Eocän vorfindet, stammt von DE LORJOL, der in der Monographie der ägyptischen Echiniden von *Schizaster Zitteli* sagt: „deux pores génitaux bien ouverts; dans un second exemplaire il y en aurait un troisième à droite.“ Bei der Ungewißheit dieser Beobachtungen, daß nur an einem Exemplar eine dritte Genitalpore, an einem anderen diese aber nicht gefunden worden ist, ist auf die Beschaffenheit des Apikalfeldes bei dieser Art kein Gewicht zu legen.

a) Im Eocän findet sich demnach vornehmlich der vierporig symmetrische Typus des Apikalfeldes wie in der Kreide und allein in Nordafrika tritt bei einigen Arten und vielleicht auch bei Kachh der zweiporig symmetrische Typus durch Übergänge mit dem vierporigen verbunden (*Sch. Meslei*) auf.

Schizaster des Oligocän.

Aus dem Oligocän sind nur wenige Schizaster-Arten bekannt. In Nord- und Mittel-Deutschland tritt nur eine Art, *Schizaster acuminatus* GLDF., diese aber in ziemlich allgemeiner Verbreitung, auf.

Bei belgischen Exemplaren dieser Art wurden von COTTEAU¹⁾ zwei Genitalporen beobachtet, NÖTLING²⁾ erkannte aber an einem ausgezeichnet erhaltenen Exemplar aus dem samländischen Tertiär bestimmt deren vier.

Aus dem Oligocän von Ligurien und Piemont sind bekannt: *Schizaster ambulacrum*, *Sch. Studeri*, *vicinalis*, *rimosus*, *lucidus* und *corsicus* Desori; leider sind von AIRAGHI³⁾ bei keiner dieser Arten genauere Beobachtungen des Apikalfeldes angestellt worden.

Aus dem vicentinischen Tertiär nennt OPPENHEIM⁴⁾ aus dem Oligocän *Schizaster ambulacrum*, *vicinalis*, *lucidus* und *Airaghi*. Es ist hier die nahe Verwandtschaft der eocänen und oligocänen Arten, welche zum Teil unverändert aus dem Eocän in das Oligocän hinübergehen, sehr deutlich. Die ersten drei Arten gehören, wie die Tabelle I oben zeigt, dem symmetrisch vierporigen Typus an, und *Sch. Airaghi* OPPENH. ist bisher noch nicht auf die Beschaffenheit der Genitalporen geprüft worden.

¹⁾ Descrpt. des échinides tertiaires de la Belgique 1880 S. 66.

²⁾ Abh. der Kgl. Preuß. geol. L.-A. VI 3. 1885.

³⁾ Neben anderen Arbeiten besonders: Echinidi terziarii del Piemonte e della Liguria. Pal. Ital. III. 1901, S. 149—218, t. XIX—XXVII.

⁴⁾ Revision der tert. Echiniden s. o.

Die wenig vollständigen Angaben, welche über die Beschaffenheit des Apikalfeldes von oligocänen Schizaster-Arten vorliegen, ergeben somit, daß im Oligocän ähnliche Formen auftreten wie im Eocän und daß sowohl der symmetrisch vierporige als auch der symmetrisch zweiporige Typus beobachtet wurden.

Es muß hinzugefügt werden, daß diese oligocänen symmetrisch vierporigen Felder die jüngsten sind, welche wir kennen, daß demnach der in der Kreide und im Palaeogen vorherrschende symmetrisch vierporige Typus im Miocän schon verschwunden ist. Eine einzige Angabe, welche in vermutlich miocäner Schichte, der GÁY-Serie Indiens, das Vorkommen eines Schizaster mit vier Genitalporen namhaft macht, ist so unsicher, daß auf sie kein Gewicht gelegt werden kann. DUNCAN und SLADEN gaben bei *Schizaster sufflatus* der GÁY-Serie vier Genitalporen an, der Angabe ist aber beigefügt, daß „only a bad present exemplar“ untersucht werden konnte.

Das Resultat, zu welchem wir kommen, lautet vielmehr;

b) Der symmetrisch vierporige Typus des Apikalfeldes ist nur aus der Kreide und dem Eogen nachgewiesen.

Dieser Typus scheint deshalb der Ausgang für die Entwicklung der zwei- und dreiporigen Typen zu sein. Aus ihm haben sich die letzteren entwickelt.

Schizaster des Miocän.

Das Miocän der Mittelmeerländer ist reich an Schizaster-Arten, und sind die verschiedenen Faunen durch ausgezeichnete Spezialisten bearbeitet worden, sodaß eine große Anzahl von Angaben über Apikalfelder miocäner Schizaster-Arten vorliegen.

Wie die folgende Tabelle zeigt, herrscht im Miocän durchaus der symmetrisch zweiporige Typus vor.

Tabelle III.

Miocäne Schizaster mit symmetrisch zweiporigem Apikalfeld.

Art	Litteratur	unt. Miocän	oberes Miocän
1. <i>Schizaster sahelensis</i> POM. . . .	Pal. Alg. S. 72 Ech. Alg. S. 111	—	×
2. — <i>barbarus</i> POM. . . .	Pal. Alg. S. 75	×	—
3. — <i>cavernosus</i> POM. . . .	Pal. Alg. S. 77	×	—
4. — <i>curtus</i> POM. . . .	Pal. Alg. S. 79	×?	—

Art	Litteratur	Miocän	
		unt.	oberes
5. <i>Schizaster letourneuxi</i> POM.	Pal. Alg. S. 79	×	—
6. — <i>bocchus</i> POM.	Pal. Alg. S. 81	×	—
7. — <i>bogud</i> POM.	Pal. Alg. S. 83	×	—
8. — <i>christoli</i> POM.	Pal. Alg. S. 84	×	—
9. — <i>cruciatus</i> PCM.	Ech. Alg. S. 119	×	—
10. — <i>fischeuri</i> DEL.	Pal. Alg. S. 99	×	—
11. — <i>numidicus</i> POM.	Pal. Alg. S. 103	—	×
12. — <i>boghariensis</i> PER. EARTH.	Ech. Alg. S. 103	×	—
13. — <i>sebtensis</i> PER. EARTH.	Ech. Alg. S. 106	×	—
14. — <i>pusillus</i> PER. EARTH. . .	Ech. Alg. S. 107	×	—
15. — <i>Scillae</i> DESM.	Ech. Alg. S. 110	×	—
16. — <i>Parkinsoni</i> AG	Ech. Sard. S. 43	×	—
17. — <i>Lovisatoi</i> COTT.	Ech. Sard. S. 5	×	—
18. — <i>sardiniensis</i> COTT.	Ech. Sard. S. 46	×	—

Der zweiporig-symmetrische Typus ist im Miocän durchaus vorherrschend; es sind nur 3 miocäne Echiniden bekannt, welche ein anders gestaltetes Apikalfeld besitzen. Zwei derselben gehören dem dreiporig-asymmetrischen Typus an, welcher zugleich in diesen Formen seine ältesten Vertreter aufweist, und ein miocäner Echinid, welcher nur eine Genitalpore aufweist, ist eine Abnormität.

Die folgende Tabelle IV zeigt die beiden bekannten Miocän-Arten mit dem dreiporigen Typus des Apikalfeldes.

Tabelle IV.

Miocäne *Schizaster* mit asymmetrisch-dreiporigem Apikalfeld.

Art	Literatur	Miocän	
		unt.	oberes
1. <i>Schizaster corsicus</i> AG.	Ech. corse S. 295	×	—
2. — <i>Scillae</i> AG.	Ech. corse S. 293	×	—

Eine abnorme Bildung zeigt dagegen *Schizaster spado* LAMB, von La Baells in Catalonien¹⁾. LAMBERT bildet bei ihm nur

¹⁾ a. a. O. LAMBERT. Descr. des Echinides fossiles de la province de Barcelone. S. 46.

eine große Genitalpore ab und beobachtete nur eine hintere linke Genitalpore (Fig. 4 Taf. XV).^a Diese Entwicklung weicht von allen bei anderen Schizaster gemachten Beobachtungen so weit ab, daß ich diese Ausbildung nur als eine Monstrosität betrachten kann. Es ist dabei hervorzuheben, daß diese eine Genitalpore zugleich die ist, welche sowohl bei dem zweiporigen als auch bei dem dreiporigen Typus besonders deutlich ausgeprägt ist, sodaß *Sch. spado* eine Abnormität eines dieser Typen darstellt.

Es muß ferner auch erwähnt werden, daß COTTEAU bei einem *Schizaster Desori* WR. aus Corsica „paraissant muni de quatre pores génitaux“ angibt; da dieses vierporige Apikalfeld aber nur anscheinend festgestellt werden konnte, möchte ich auf dasselbe kein Gewicht legen.

Aus der Betrachtung der miocänen Schizaster ergibt sich aber, abgesehen von einer bekannten monströsen Bildung und einer unter Vorbehalt gemachten Beobachtung eines vierporigen Apikalfeldes, Folgendes:

c) Im Miocän treten ganz vorwiegend Schizaster-Arten mit Apikalfeldern des symmetrisch-zweiporigen Typus auf, daneben ist aber der asymmetrisch-dreiporige Typus ebenfalls vorhanden.

Schizaster des Pliocän.

Im Pliocän tritt die Entwicklung der Schizaster schon stark zurück; die wenigen bekannten Formen zeigen zweiporigen Typus; leider haben die italienischen Autoren auf die Detailbeobachtung des Apikalfeldes der bekannten pliocänen Schizaster Liguriens und Piemonts nur wenig Gewicht gelegt. Schizaster mit bekanntem Apikalfeld sind nur die folgenden.

Tabelle V
Pliocäne Schizaster von symmetrisch-zweiporigem Typus.

Art	Literatur	unt. Pliocän	oberes Pliocän
<i>Schizaster speciosus</i> POM.	Pal. Alg. S. 70 Ech. Alg. S. 116	×	—
— <i>maurus</i> POM.	Pal. Alg. S. 82 Ech. Alg. S. 119	×	—
— <i>Hardouini</i> PER. GAUTH.	Ech. Alg. S. 114	×	—

Neben diesen Arten mit einem symmetrisch zweiporigen Typus sind bis jetzt im Pliocän keine anderen bekannt; es darf aber wohl mit Bestimmtheit angenommen werden, daß außer ihm noch der asymmetrisch-dreiporige Typus ebenfalls vertreten ist, weil sich der letztere sowohl im Miocän als auch recent vorgefunden hat.

Recente Schizaster.

Bei lebenden Schizaster sind der asymmetrisch-dreiporige und der symmetrisch-zweiporige Typus bekannt:

Schizaster canaliferus L. AG. u. DESOR repräsentiert den symmetrisch-zweiporigen Typus,

Schizaster fragilis DÜB. o. KOR. sp. repräsentiert den asymmetrisch-dreiporigen Typus. Über die Apikalfelder der anderen recenten Arten wurde bereits eingangs (S. 376 f. f.) ausführliche Mitteilung gemacht.

Geologische Verteilung der verschiedenen Apikalfelder.

Aus der vorstehenden Untersuchung ergab sich, daß der symmetrisch vierporige Typus des Apikalfeldes bei Schizaster der älteste (allein aus der Kreide bekannte) Typus ist, welcher sich zugleich dem normalen Scheitelschilder der Spatangiden am meisten nähert; bei diesem Typus zeigt die Madreporenplatte zwar auch schon eine ihrer Lage und Größe nach anomale Beschaffenheit, doch ist sie noch kleiner als bei den übrigen Typen im Vergleich zur Größe des gesamten Scheitelschildes. Bei dem von mir genauer untersuchten *Schizaster howa* liegt die Madreporenplatte bei kleinen Exemplaren in der Symmetrielinie des Scheitelschildes und besitzt eine lancettförmige, vorne und hinten zugespitzte Gestalt. Die Madreporenplatte ist also auch hier schon stark aus ihrer normalen, vorne rechts gelegenen Stellung herausgetreten und hat sich nach hinten ausgedehnt unter gleichzeitiger Rückung in die Symmetrielinie des Scheitelschildes. Schon bei erwachsenen eocänen Schizaster, wie bei großen Exemplaren des *Schizaster howa*, ist die Madreporenplatte aber vorne so stark verbreitert, daß die Genitaltäfelchen in ihrer Größe vollständig gegen sie zurücktreten.

Ich schreibe es der weiteren Ausdehnung der Madreporenplatte zu, daß die Genitalplatten immer kleiner werden und nun nur noch zwei oder drei Genitalplatten-Öffnungen zeigen, welche die für ihre Funktion erforderliche Größe beibehalten. Man bemerkt dabei, daß die Madreporenplatte das Bestreben hat, sich bei ihrer Ausbreitung nach hinten entweder nach hinten links auszudehnen oder rein nach hinten an Breite zuzunehmen. Wie

die Abbildung zeigt, dehnt sich die Madreporenplatte bei dem dreiporigen Typus nach vorne wieder ganz in den Raum aus, welcher bei normalem Apex durch die vordere rechte Genitaltafel als Madreporenplatte eingenommen zu werden pflegt. So erklärt es sich, daß bei dem asymmetrisch-dreiporigen Typus nur eine rechte und zwei linke Genitalporen vorhanden sind.

Erscheint somit die Vergrößerung der Madreporenplatte als die eigentliche Ursache der Deformation des Genitalapparates, wie er auf dem Apikalfelde zum Ausdruck kommt, so besitzt diese Vergrößerung deshalb besondere Bedeutung, weil ihr Wachstum in die Tertiärzeit fällt und in deutlichen Absätzen in den einzelnen Epochen des Tertiärs verfolgt werden kann.

Der normale vierporige Typus verschwindet mit dem Ende des Eogens; der aus diesem Typus entstandene zweiporige Typus steigt dagegen aus dem Eocän bis in die Jetztzeit empor; er ist der im Tertiär universellste.

Im Neogen findet sich dieser Typus zuerst allein, und es tritt dann neben ihm, aber zugleich viel weniger verbreitet der asymmetrisch dreiporige Typus auf.

Man könnte wohl der Ansicht sein, daß der dreiporige Typus das Zwischenstadium zwischen dem vierporigen und dem zweiporigen sei und deshalb sein Auftreten vor allem im Palaeogen erwarten. Es liegt aber nicht nur wegen des geologischen Auftretens der Typen Grund vor, anzunehmen, daß die beiden reduzierten Typen sich unabhängig aus dem vierporigen entwickelt haben, sondern ich möchte das auch aus der recht verschiedenen Gestalt der Madreporenplatte bei den beiden reduzierten Typen schließen. Wie die auf der beigegebenen Tafel wiedergegebenen Scheitelschilder erkennen lassen, liegt die Madreporenplatte bei dem zweiporigen Typus hinten genau in der Symmetrieebene und dehnt sich vorne stark nach rechts in dem ihr normal angewiesenen Platz aus, während sie bei dem asymmetrischen Typus vorne median liegt, sich hier sogar nach links ausdehnt. Diese ganz verschiedene Gestalt und Lage des Madreporen wird man ungezwungen nicht aus einander ableiten können, sondern nur auf die getrennt von einander verlaufene Entwicklung des Scheitelschildes aus dem normalen vierporigen schließen dürfen.

Die stratigraphische Bedeutung der Beobachtung der Scheitelschilder an der in tertiären Echinidenfaunen meist nicht fehlenden Gattung *Schizaster* ergibt sich nun von selbst:

Wird der symmetrisch - vierporige Typus des Scheitelschildes beobachtet, so handelt es sich um eine palaeogene, wird der asymmetrisch dreiporige Typus

angetroffen, so handelt es sich um eine eogene Echiniden fauna.

Beziehung von Schizaster zu anderen Gattungen.

Von Interesse ist schließlich noch die Betrachtung des Zusammenhanges dieser drei verschiedenen Typen von *Schizaster*-Gattungen.

In den Diagnosen von *Schizaster* sind meistens zwei Genitalporen als Merkmal der Gattung aufgeführt. Es ist gezeigt worden, daß dieses Merkmal keineswegs konstant ist. Die Gattung ist vielmehr durch folgende Eigenschaften ausgezeichnet: Der Apex ist mehr oder weniger nach hinten aus der Mitte herausgerückt; es ist eine zwischen den Ambulakren nach oben gebogene peripetale Fasciole und, davon sich direkt unter den vorderen Ambulakren abzweigend, eine latero-anale Fasciole vorhanden; die Ambulakren sind tief eingesenkt, die hinteren kürzer als die vorderen paarigen und besonders die letzteren deutlich geschwungen.

Entfernter stehen der Gattung *Schizaster* jene im allgemeinen seltenen Formen, welche nur eine peripetale Fasciole ohne latero-anale Abzweigung besitzen und dementsprechend kürzere Ambulakren aufweisen, wie *Distefunaster* CHECCHIA¹⁾, *Oppisaster* POMEL²⁾, und *Trachyaster* POM.³⁾. Näher und z. T. direkt verwandt mit *Schizaster* möchte ich dagegen ansehen: *Prenaster* DESOR, *Paraster* POMEL, *Peribrissus* POMEL, *Linthia* MERIAN, *Tripylus* GRAY, *Protenaster* AG. und *Moiria* AG.

Prenaster zeigt durch die gleiche Länge der paarigen Ambulakren, die marginale Lage der peripetalen Fasciole einen erheblich anderen Typus; ähnliche Unterschiede zeigt *Paraster*; hier ist außerdem die peripetale Fasciole hinten undeutlich. *Peribrissus* stellt einen durch die weit nach vorn gerückte Lage des Apex stärker abweichenden Typus dar.

Nächst verwandt mit *Schizaster* sind aber die Gattungen *Linthia* und *Tripylus*. *Linthia* ist *Schizaster* gegenüber vor allem durch einen schwach nach vorn gerückten Apex ausgezeichnet, es sind bei ihr ferner die Ambulakren und zwar vor allem auch die vorderen Ambulakren nicht geschwungen und in dem vorderen unpaaren Ambulakrum erheblich weniger Poren. In die nächste Nähe von *Linthia*, von CORTEAU neuerdings⁴⁾ sogar wieder mit *Linthia* z. T. vereinigt, ist *Tripylus* zu stellen; bei diesem

¹⁾ Boll. soc. geol. ital. 1902, S. 72.

²⁾ Paléontol. de l'Algérie II, 1885, S. 37.

³⁾ Ebenda S. 38.

⁴⁾ Paléontologie française. Échinides éocènes I, S. 208.

Typus liegt der Apex nahezu central; *Tripylus* stellt in dieser Beziehung einen Übergang zwischen *Linthia* und *Schizaster* dar, im übrigen zeigt die Gattung nähere Beziehungen zu *Linthia*.

Linthia und *Schizaster* sind zwei nahezu gleichzeitig auftretende Gattungen; die ersten Linthien sind aus dem Eocän bekannt, es ist schon aus diesem Grunde unwahrscheinlich, daß die eine Gattung die Stammform der anderen ist. Die beiden Schwestergattungen dürften aber wohl einen gemeinsamen Ursprung in der Kreide genommen haben. Alle Verhältnisse sind bei *Linthia* normaler, es sind die Ambulakren nicht geschwungen, sondern radial von einander geradlinig divergierend, das unpaare vordere Ambulakren ist nicht so übermäßig ausgebildet wie bei *Schizaster*, und vor allem sind bei *Linthia* stets 4 Genitalporen vorhanden.

Als cretaceischer Vorfahr von *Linthia* und auch von *Schizaster* müssen Echiniden betrachtet werden, welche der Gattung *Periaster* nahe stehen.

Periaster ist besonders mit *Linthia* nahe verwandt, und sind beide Gattungsnamen in der älteren Literatur vielfach durcheinander gebraucht worden.

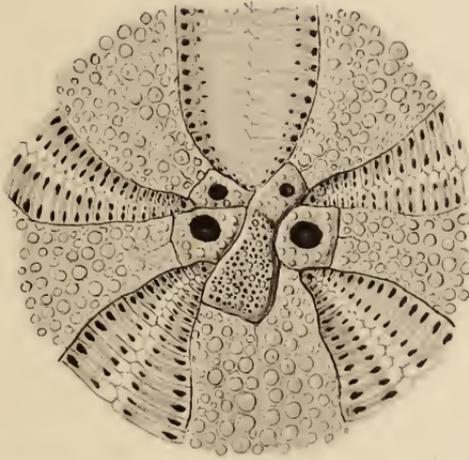
Nach den Beobachtungen von POMEL zeigen jedoch alle cretaceischen Arten, für welche *Periaster* zuerst aufgestellt wurde, ein normaleres Apikalfeld als die tertiären Linthien. POMEL fand, daß bei den Kreide-Arten die Madreporenplatte wohl in das Innere des Scheitelschildes ausgedehnt sei, jedoch nicht bis zu den hinteren Ocellartäfelchen reiche, während dieses bei den tertiären Arten der Fall sei. COTTEAU stellte fest, daß dieses Merkmal der cretaceischen Formen ganz konstant sei gegenüber den tertiären, und beschränkte *Periaster* auf die Kreide- und *Linthia* auf die Tertiär-Formen.

Aus diesem nur relativen Unterschiede beider Gattungen geht mit großer Wahrscheinlichkeit die Entwicklung von *Linthia* und auch von *Schizaster* aus *Periaster* nahestehenden Gattungen wenn nicht aus *Periaster* selbst hervor. Von AGASSIZ wurde neuerdings eine recente Art als *Periaster limicola* beschrieben. Diese ist von den Kreide-Formen recht verschieden, vor allem scheint ihr die latero-anale Fasciole zu fehlen.

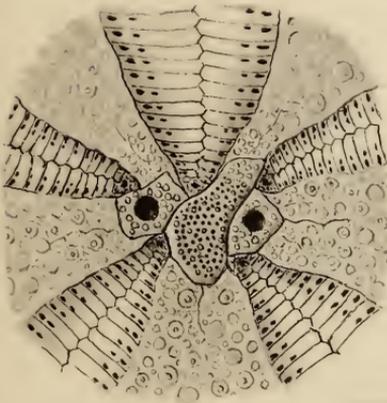
Es stellen sich die drei Typen von *Schizaster* demnach als drei verschiedene Entwicklungsphasen von *Schizaster* dar, welche sich im Tertiär nach einander und zwar aus dem vierporigen Scheitelschild gebildet haben, und welche aus diesem Grunde wertvolle stratigraphische Fingerzeige geben können.

Erklärung der Tafel XVa.

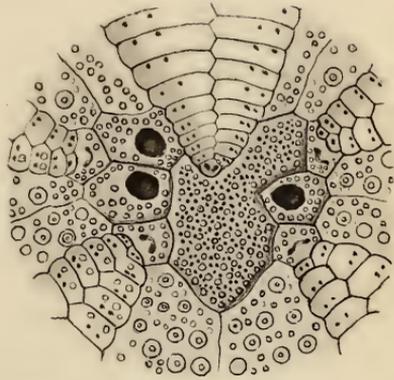
- Fig. 1. Apikalfeld von symmetrisch vierporigem Typus bei *Schizaster howa* TORNQUIST aus dem Eocän der Makambi-Insel bei Madagaskar.
- Fig. 2. Apikalfeld von symmetrisch zweiporigem Typus bei *Schizaster canaliferus* AGASSIZ von Neapel, recent.
- Fig. 3. Apikalfeld von asymmetrischem Typus bei *Schizaster fragilis* D. u. K. nach LOVÉN, Mittelmeer, recent.
- Fig. 4. Monströses Apikalfeld bei *Schizaster spado* LAMBERT, nach LAMBERT aus dem Miocän von Barcelona.
-



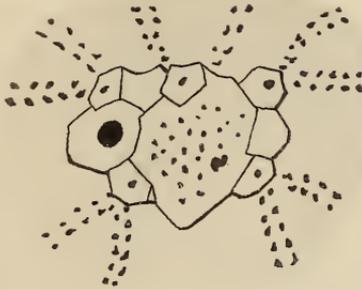
1.



2.



3.



4.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1903

Band/Volume: [55](#)

Autor(en)/Author(s): Tornquist Alexander

Artikel/Article: [12. Die Beschaffenheit des Apikalfeldes von Schizaster und seine geologische Bedeutung. 375-392](#)