

Plattenanomalien bei *Echinocorys sulcata* (GOLDFUSS 1826) aus dem Dan (Alttertiär) von Dalbyover, Dänemark

Plate anomalies in *Echinocorys sulcata* (GOLDFUSS 1826)
from the Danian (Early Tertiary) of Dalbyover, Denmark

FRITZ J. KRÜGER, Delmenhorst*

Mit 13 Abbildungen und 4 Tabellen

Abstract: In a collection of 2000 specimens of the echinoid *Echinocorys sulcata* from the Danian of Dalbyover, northern Jutland, Denmark, two percent of the coronae investigated show characteristic coronal plate anomalies which are largely missing in other echinoid species. These anomalies are formed by split coronal plates or mosaic-like plate arrangements instead of regularly grown plates. Plate anomalies occurring in ambulacral and interambulacral zones, classified into 14 different types, have been used for a statistical analysis. Data on the relative age of the echinoid animals with abnormal coronal plates, and on the most abundant types of plate anomalies are given. Two specimens of *Echinocorys sulcata* from the same locality show deviations from the regular pentameric pattern and comparable finds from other localities and of other *Echinocorys* species were incorporated in the analysis. The anomalies described here are named *forma aegra inconstans* n.f. Literature data on echinoid coronal plate anomalies, which have been related to coronal deformations caused by environmental parameters, are discussed.

Zusammenfassung: In einer Kollektion von 2000 *Echinocorys sulcata* aus dem Dan von Dalbyover, Nord-Jütland, Dänemark, weisen 2% der Coronen typische Plattenanomalien auf, die bei anderen Echiniden weitgehend fehlen. Die Anomalien bestehen aus geteilten Platten oder mosaikartig zusammengesetzten Plattenverbänden anstelle normal gebauter Platten. Die in den ambulakralen und interambulakralen Bereichen auftretenden Plattenanomalien werden 14 verschiedenen Typen zugeordnet, die Grundlage statistischer Auswertung. Es werden Aussagen über das relative Lebensalter der Seeigel mit abnormalen Coronarplatten sowie über die Häufigkeitsverteilung der Plattenanomalien gemacht. Einbezogen in die Untersuchung sind zwei *Echinocorys sulcata* vom gleichen Fundort, mit Abweichungen von der pentameren Norm sowie vergleichbare Funde anderer Lokalitäten und *Echinocorys*-Arten. Die beschriebenen Anomalien werden als *forma aegra inconstans* n.f. bezeichnet. Die in der Literatur behandelten Plattenanomalien, die im Zusammenhang mit Coronendeformationen stehen und deren Ursachen auf Umwelteinflüsse zurückzuführen sind, werden diskutiert.

Einleitung

Die holasteroide Art *Echinocorys sulcata* (GOLDFUSS 1826) tritt kurz vor dem Erlöschen der Gattung auf. Es folgt ihr nur noch die Art *Echinocorys obliqua* LESKE. Damit hört eine bedeutsame, im Cenoman begonnene Evolutionsreihe auf zu existieren. Bisher sind nur sehr vereinzelt Plattenanomalien an fossilen und rezenten Seeigeln beobachtet worden. Bei den Massenvorkommen anderer Gattungen wie *Galerites*, *Echinolampas*, *Conulus*, *Micraster* u. a. kommen auch eine Reihe von Anomalien vor. Störungen der Coronarplatten konnten bei ihnen bisher nur ausnahmsweise festgestellt werden. Lediglich ein *Holaster subglobosus*

* Anschrift des Autors: FRITZ J. KRÜGER, Mozartstraße 6, D-27753 Delmenhorst.

(Abb. 13) ist aus dem Cenoman von Wunstorf bekannt (ZAWISCHA 1988). Wegen der guten Erhaltung der Coronen von Dalbyover und der großen Fundhäufigkeit war es möglich, die Plattenanomalien in solcher Anzahl und Deutlichkeit bei *Echinocorys sulcata* nachzuweisen.

Material

Dalbyover-Kollektion

Über 2000 *Echinocorys sulcata* Coronen wurden unhorizontiert der bäuerlich genutzten Kreidegrube von Dalbyover (Nord-Jütland, Dänemark) entnommen. In ihr ist das Dan in kieselreicher Schreibkreidefazies ausgebildet. Alle Echiniden der Aufsammlung wurden auf Pathologien, Anomalien und sonstige ungewöhnliche Ausbildungen untersucht.

Das Material entstammt der Sammlung von Herrn U. MEISINGER, Flensburg, der es gesammelt, vermessen und fotografiert hat.

Echinocorys sulcata wird in Dalbyover in kalzitischer Schalenerhaltung gefunden, einige auch als Feuersteinkerne. Die Coronen sind entweder mit Schreibkreide gefüllt oder mit verkieselter Kreide in allen Phasen der Feuersteingeneese. Sie weisen, wie von diesem und anderen dänischen Aufschlüssen bekannt ist, deutliche Plattensuturen auf. Sie ergeben sich aus der Wölbung der einzelnen Platten, auch der anormalen.

Nicht mit in die Untersuchung einbezogen sind Mißbildungen der Apikalplatten und solche im Plastronbau. Dort sind die Suturen nur sehr schlecht oder gar nicht sichtbar. Die hier behandelten Plattenanomalien zeigen sich als untypische und mißgebildete Coronarplatten.

Alle Echiniden dieser Aufsammlung tragen die Nummern der Kollektion MEISINGER, in der sie aufbewahrt werden.

Tabelle 1. *Echinocorys* und *Holaster* mit Plattenanomalien aus der Oberkreide von verschiedenen Fundorten.

Table 1. Upper Cretaceous *Echinocorys* and *Holaster* specimens from various localities showing plate anomalies.

Slg. und Nr.	Echiniden-Art	Platten-Anomalien	Alter	Fundort
MEISINGER B 7/21	<i>Echinocorys ovata</i> LESKE	PA-3-IA	Dan	Grena, DK
MEI. 12/93	<i>E. sulcata</i>	PA-3-A	Dan	Flensburg
MEI. 16/265	<i>E. sulcata</i>	PA-1-IA	Dan	Insel Mors
MEI. 8/6	<i>E. sulcata</i>	PA-4-A	Geschiebe	Flensburg
MEI. B 14/66	<i>E. gibbus oviformis</i>	PA-2-IA PA-3-IA PA-5-A	Unteres Campan	Höver
MEI. B 14/37	<i>E. subglobosa</i>	PA-5-IA	Unteres Campan	Höver
KRÜGER 1	<i>E. humilis</i>	PA-1-IA	Unteres Campan	Holtwieck
ZAWISCHA (1988)	<i>Echinocorys</i> sp.	PA-5-IA PA-9-IA	Unteres Campan	Höver
FRERICHS (1989)	<i>Echinocorys</i> sp.	PA-5-IA, 2 X	Campan	Misburg
JAGT (1988)	<i>E. cf. limburgica</i>	PA-1-A PA-3-A	Oberes Maastricht	Haccourt Lüttich
KUTSCHER 1	<i>E. sulcata</i>	PA-1-A, 3 X PA-3-A, 3 X	Geschiebe Dan	Rügen
ZAWISCHA (1988)	<i>Holaster subglobosus</i>	PA-1-A	Cenoman	Wunstorf

Material anderer Lokalitäten

Neben den *E. sulcata* der Dalbyover-Aufsammlung sind noch 11 weitere *Echinocorys*-Funde mit insgesamt 21 Plattenanomalien nachgewiesen (Tab. 1), dabei eine *Echinocorys gibba* aus Höver mit drei verschiedenen Anomalien. Bei allen Coronen handelt es sich um seltene Einzelfunde von verschiedenen Fundorten. Sie lassen sich alle in die hier vorgeschlagene Typisierung einfügen (Tab. 1), werden aber bei der quantitativen Bewertung nicht berücksichtigt. Sie stützen jedoch die Annahme, daß Plattenanomalien bei *Echinocorys* häufiger auftreten als bei anderen Gattungen. Unter diesen ist mir nur ein *Holaster subglobosus* LESKE aus dem Cenomanium bekannt.

Bemerkenswert ist ferner das Exemplar von *Echinocorys* sp., das ZAWISCHA (1988) abgebildet hat (Abb. 1). Bei ihm verändert sich das normale IA 3 nach Bildung einer Großplatte (PA-5-IA) in ein einreihiges Interambulakrum. Die durch einen Pfeil gekennzeichnete Verengung (Abb. 1) der ambulakralen Porenreihen ist keine der hier untersuchten Anomalien. Sie findet sich gleich zweimal an einer *E. sulcata*, die KUTSCHER aus dem Geschiebe von Rügen gesammelt hat (Abb. 2a, b). Es handelt sich hier um eine ambulakrale Variabilität, die gattungsübergreifend an zahlreichen fossilen und rezenten Echiniden auftritt. Die Anomalie wird erwähnt, weil an der Verengung stets eine PA-1-A vorhanden ist. Sie wird häufig von rezentem Material beschrieben (z.B. KOEHLER 1924; MOORE 1974).

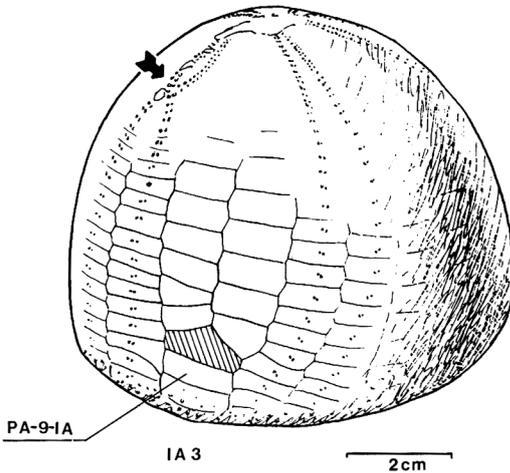


Abb. 1. *Echinocorys* sp. aus dem Untercampan von Höver bei Hannover mit Plattenanomalie PA-9-IA im Bereich des Interambulakrum 3. Hier verändert sich mit der PA-5-IA die doppelte Platten-Kolonnie des IA 3 in ein einreihiges Interambulakrum von halber Breite. Die Verengung der ambulakralen Porenreihen (schwarzer Pfeil) im Ambulakrum III wird an anderer Stelle untersucht. Zeichnung und Slg. D. ZAWISCHA (vergl. ZAWISCHA 1988).

Fig. 1. *Echinocorys* sp. from the Lower Campanian of Höver near Hanover with plate anomaly PA-9-IA in the interambulacral area 3. There, the double plate row of IA 3 changes with the PA-5-IA into a uniserial interambulacrum of half the width. The narrowing of the ambulacral pore rows (black arrow) at the ambulacrum III is investigated elsewhere. ZAWISCHA Collection, drawing by D. ZAWISCHA (compare ZAWISCHA 1988).

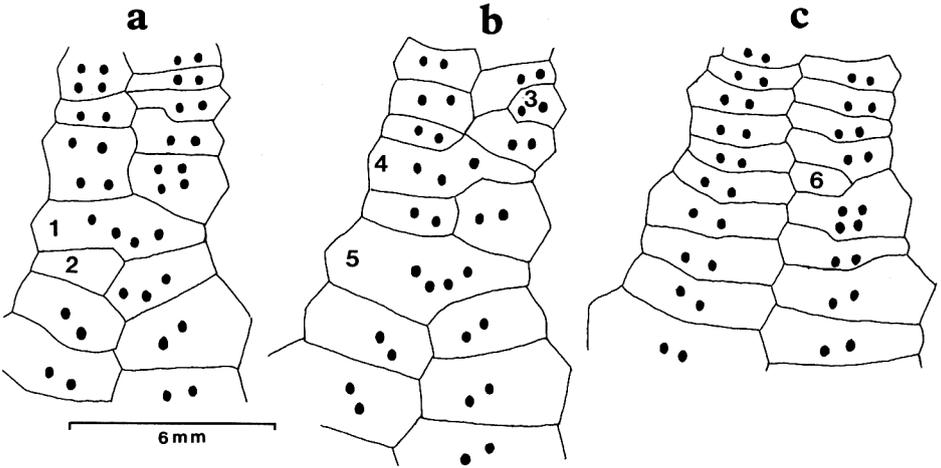


Abb. 2. *Echinocorys sulcata* (GOLDFUSS 1826) forma aegra *inconstans* n. f. mit veränderten Ambulakren und Plattenanomalien. Unterer Crania-Kalk (Dan) aus Geschiebe, Insel Rügen.

a: A III 1 PA-1-A; 2 PA-3-A; b: A IV 3 PA-3-A; 4 PA-1-A; 5 PA-1-A. c: A I 6 PA-3-A. Eine weitere Besonderheit: Einige Ambulakralplatten weisen drei oder vier Poren auf (Zeichnung und Slg. M. Kutscher, Saßnitz).

Fig. 2. *Echinocorys sulcata* (GOLDFUSS 1826) forma aegra *inconstans* n. f. with abnormal ambulacra and plate anomalies. Danian, lower Crania Limestone. Erratic block from Pleistocene deposits on the Island of Rügen. a: A III 1 Pa-1-A; 2 PA-3-A. b: A IV 3 PA-3-A; 4 PA-1-A; 5 PA-1-A. c: A I 6 PA-3-A. Some ambulacral plates show another oddity: three or four pores (KUTSCHER Collection; drawn by M. KUTSCHER, Saßnitz, Rügen).

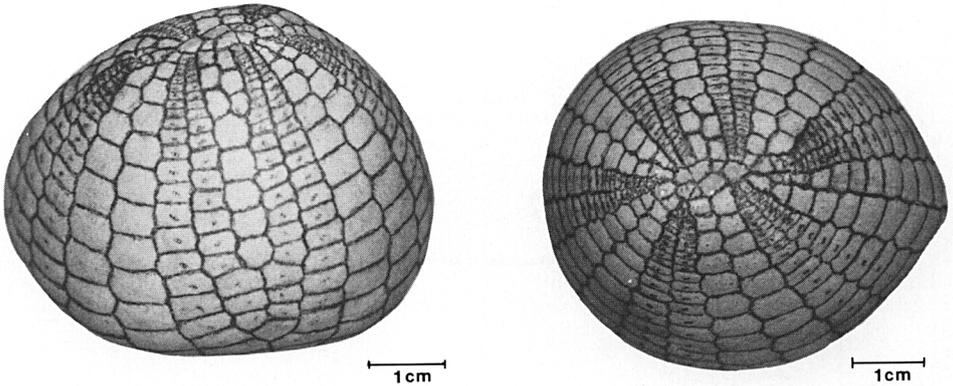


Abb. 3. *Echinocorys sulcata* mit sechs Ambulakren. Dan von Dalbyover, Nordjütland, Dänemark (Slg. U. MEISINGER, Nr. B1/41). Maße: Länge 58 mm, Breite 51 mm, Höhe 41 mm. Links: Lateralansicht mit den geteilten A II. Rechts: Aboralseite mit sechs ambulakralen und interambulakralen Plattenreihen. Die Plattensuturen wurden vor dem Fotografieren mit einem Bleistift nachgezogen (aus KRÜGER 1991).

Fig. 3. *Echinocorys sulcata* exhibiting six ambulacra. Paleocene (Danian) of Dalbyover, northern Jutland, Denmark. Dimensions: length 58 mm, width 51 mm, height 41 mm (U. MEISINGER Collection no. B1/41). Left: Lateral view showing divided A II plate. Right: Dorsal view with six ambulacral and interambulacral plate series. Plate boundaries enhanced by pencilling before photography (from KRÜGER 1991).

Zwei Abweichungen von der pentameren Norm

Erstmalig sind auch zwei Einzelfunde mit seltenen Aberrationen aus Dalbyover bekanntgeworden. Eine *Echinocorys sulcata* mit sechs Ambulakren (Slg. U. MEISINGER) ist vollständig erhalten und zeigt sehr deutlich die aberrante Coronenkonstruktion (Abb. 3). Bei ihr teilt sich über dem Ambitus das A II in zwei Ambulakren, in die ein anfänglich ein-, dann zweireihiges Interambulakrum eingeschaltet ist. Für die Konstruktion eines »sechsstrahligen« Seiegels gibt es kein einheitliches Bauschema wie Vergleiche mit anderen *Echinocorys* mit ambulakraler Mehrzahl gezeigt haben (KRÜGER 1991).

Die zweite Abweichung von der pentameren Norm weist ein Exemplar von *E. sulcata* mit vier Ambulakren auf (Sgl. W. DRICHELDT, Kiel; Abb. 4). Auch bei diesem Seigel ist eine Plattenanalyse möglich. Es fehlt ihm das AV. Der Raum wird durch zusätzlich gebildete Interambulakralplatten eingenommen. Das Fehlen des AV bewirkt eine Verzerrung der Symmetrieachse, wie es auch bei anderen *Echinocorys obliqua* mit vier Ambulakren beobachtet wurde (KRÜGER 1990).

Die beiden aberranten *E. sulcata* werden hier erwähnt, um die Anfälligkeit der lokalen Echiniden-Gesellschaft auch für andere Mißbildungen aufzuzeigen. Sie wurden in die Größenverteilungsdiagramme (Abb. 9, 10) eingetragen.

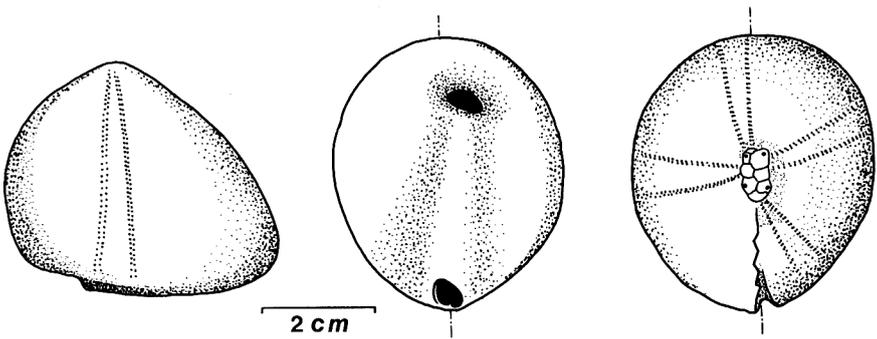


Abb. 4. *Echinocorys sulcata* mit vier Ambulakren. Dan von Dalbyover, Nordjütland, Dänemark. Maße: Länge 47 mm, Breite 41,6 mm, Höhe 42 mm (Slg. W. DRICHELDT, Kiel).

Fig. 4. *Echinocorys sulcata* with four ambulacra. Paleocene (Danian) of Dalbyover, northern Jutland, Denmark, Dimensions: length 47 mm, width 41,6 mm, height 42 mm (W. DRICHELDT Collection, Kiel).

Untersuchungsmethode

Um den anormalen Plattenbau deutlich werden zu lassen, sind die Plattengrenzen vor dem Fotografieren mit spitzem Bleistift nachgezogen worden (Abb. 5). Nach diesen Fotos wurden die Zeichnungen ausgeführt (Abb. 6, 7). Alle Typen der Plattenmißbildungen sind im Text abgebildet.

Die Lage der Plattenanomalien auf den Coronen ist sehr unterschiedlich. Sie können einzeln oder in Kombination untereinander und in vielen Varianten auftreten. Neben sonst normal gebauten Platten, die nur senkrecht oder diagonal geteilt, gedrittelt und gevierteilt sind, treten unregelmäßige, polygonale Sonderformen auf. Die Form der Corona wird dabei nicht verändert.

Die erkennbaren Plattenanomalien wurden nach folgendem Schema typisiert. Jede Form einer abnorm veränderten Platte erhält eine fortlaufende Nummer, kombiniert mit der Nummer der Ambulakralia oder Interambulakralia. Beispiel: PA-1-IA ist die Plattenanomalie (PA) Nummer 1 in einem Interambulakrum. Das ist eine subjektive Zuordnung, die aber alle Plattenanomalien erfaßt.

Nach diesen Kategorien ergeben sich für den Ambulakrallbereich fünf unterscheidbare Plattenanomalien, die einzeln oder in Kombination miteinander auftreten können. Für den Interambulakrallbereich sind es neun Mißbildungen, so daß 14 unterscheidbare Anomalien (Tab. 2) vorhanden sind. In seltenen Fällen gibt es auch Abweichungen von den beschriebenen Anomalien.

Plattenanomalien in diesem Sinne sind geteilte Platten dort, wo normalerweise eine polygonal geformte Platte ihren Sitz hätte. Plattenverzerrungen die sich aufgrund von Coronendeformationen bilden, werden hier nicht behandelt. Solche Plattenbildungen weichen häufig von der gestreckt-polygonalen Norm ab und sind in Länge und Breite verzerrt, oft mit unregelmäßigen Suturen.

Ergebnisse

Zwei Prozent des *Echinocorys*-Materials von Dalbyover zeigen Plattenanomalien, dabei häufig mehrere Typen auf einer Corona. Insgesamt wurden bei 40 Seeigeln 80 Plattenanomalien dokumentiert. Sie verteilen sich folgendermaßen:

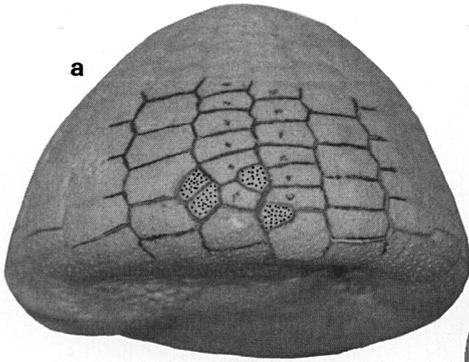
21 Echiniden mit einer Plattenanomalie (PA); 9 Exemplare mit zwei PA; sechs Exemplare mit drei PA; zwei Seeigel mit vier PA; ein *Echinocorys* mit sechs PA und eine mit acht PA. Von den 80 PA treten vier Typen besonders häufig auf (Tab. 3).

Die Coronen zeigen interambulakral häufiger Plattenanomalien als ambulakral. Es liegen 42 PA im IA-Bereich vor, die acht PA-Typen zugeordnet werden (PA-1-IA bis PA-8-IA). Im Ambulakrallbereich sind es 38 Anomalien bei fünf PA-Typen (PA-1-A bis PA-5-A). Die ausgezählten Werte (Tab. 4) sind nach ihrer Häufigkeit auf eine Corona in die entsprechenden A- und IA-Felder aufgetragen. Es wird deutlich, daß sich rechtsseitig die Plattenanomalien mit 52,5% häufen (Abb. 8). Das Maximum liegt im IA 1 mit 17 PA. Insgesamt verteilen sich 42 PA auf 1/3 des Coronenumfanges. Dem gegenüber liegt das Minimum mit 15% der PA. Dabei fällt auf, daß dem IA 1 mit den meisten PA das IA 4 mit den wenigsten (2 PA) gegenüber liegt.

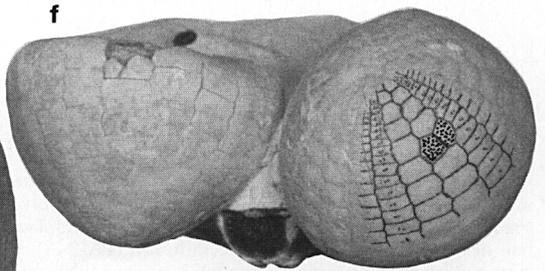
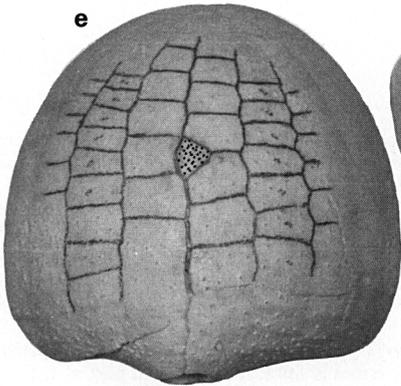
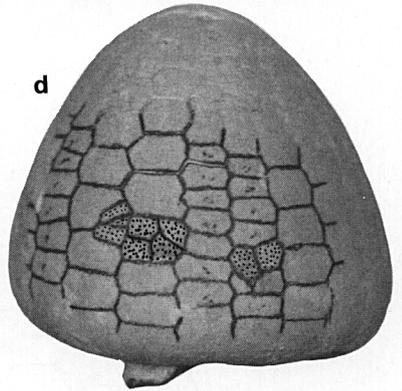
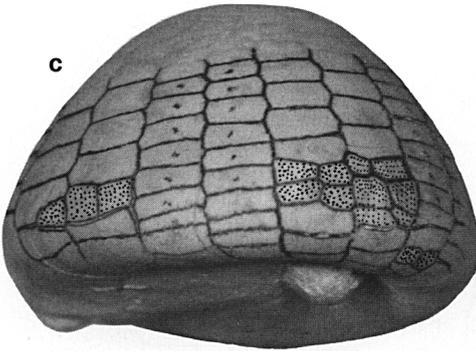
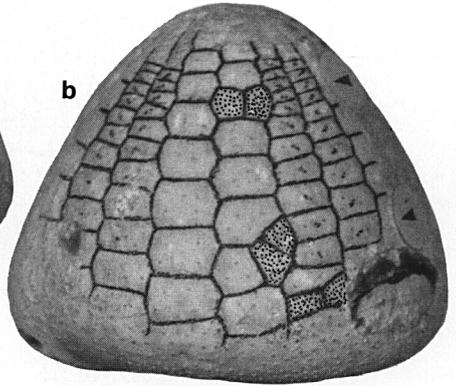
Die hier festgestellte rechtsseitige Anfälligkeit der Echiniden zur Bildung von Plattenanomalien ist wohl kein Zufall. Die erhaltenen Zählwerte ergeben repräsentative Durchschnitts-

Abb. 5. a–d, f: *Echinocorys sulcata* forma aegra *inconstans* n.f. mit Plattenanomalien der Interambulakra aus dem Dan von Dalbyover, Nordjütland, Dänemark. – a: Drei Plattenanomalien an einer Corona (Slg. Nr. B 1/36): PA-4-IA im Interambulakrum 1 und zweimal PA-3-A im Ambulakrum II. – b: Drei Plattenanomalien an einer Corona (Slg. Nr. B1/31): PA-4-IA im Interambulakrum 1, PA-1-IA im IA 1 und PA-4-A im Ambulakrum III. – c: Sechs Plattenanomalien an einer Corona (Slg. Nr. B1/32): PA-3-IA im Interambulakrum 1, zweimal PA-1-IA im Interambulakrum 1 und 2, PA-4-A im Ambulakrum III und zweimal PA-7-IA im Interambulakrum 2. – d: Drei Plattenanomalien an einer Corona (Slg. Nr. B1/37): PA-7-IA im Interambulakrum 2, PA-4-A im Ambulakrum III und PA-8-IA im Interambulakrum 2. – e: Eine Plattenanomalie (PA-3-IA) im IA 5 einer *Echinocorys ovata* LESKE forma aegra *inconstans* n.f. aus dem Dan von Sagstrup/Grena, Dänemark (Slg. Nr. B7/21). – f: Plattenanomalie PA-1-IA im IA 3 (Slg. Nr. B1/40). – Fotos und Slg. U. MEISINGER.

Fig. 5 a–d, f: Plate anomalies of the interambulacra in *Echinocorys sulcata* (GOLDFUSS) forma aegra *inconstans* n.f. from the Paleocene (Danian) of Dalbyover, northern Jutland, Denmark. – a: Three plate anomalies on a corona (Coll. no. B1/36): PA-4-IA in the interambulacrum 1 and twice PA-3-A in the ambulacrum II. – b: Three plate anomalies on a corona (Coll. no. B1/31): PA-4-IA in the interambulacrum 1, PA-1-IA in the interambulacrum 1 and PA-4-A in the ambulacrum III. – c: Six plate anomalies on a corona (Coll. no. B1/32): PA-3-IA in the interambulacrum 1, twice PA-1-IA in the interambulacrum 1 and 2, PA-4-A in the ambulacrum III and twice PA-7-IA in the interambulacrum 2. – d: Three plate anomalies on a corona (Coll. no. B1/37): PA-7-IA in the interambulacrum 2, PA-4-A in the ambulacrum III and PA-8-IA in the interambulacrum 2. – e: Plate anomaly (PA-3-IA) in IA of an *Echinocorys ovata* LESKE forma aegra *inconstans* n.f. from the Paleocene (Danian) of Sagstrup/Grena, Denmark (Coll. no. B7/21). – f: Plate anomaly PA-1-IA in IA 3 (Coll. no. B1/40). – Photographs by U. MEISINGER. Coll. numbers are those of the U. MEISINGER Collection.



1 cm



2 cm

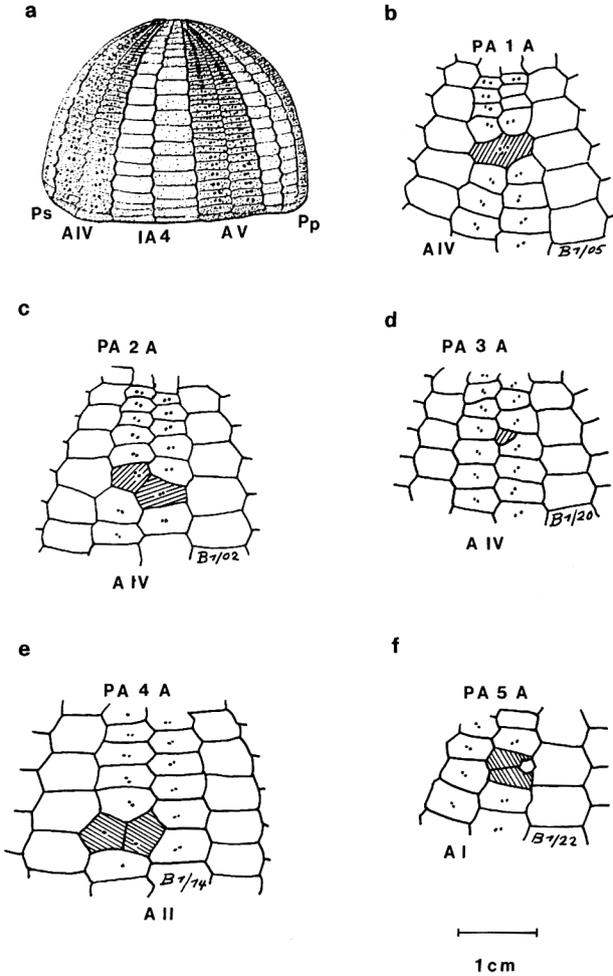


Abb. 6. a: Bauschema des Coronarskeletts einer *Echinocorys* Ps = Peristom (Mund); Pp = Periprokt; Ambulakralia V (AV); Interambulakralia 4 (IA 4); das Peristom liegt vorne im A III. b–f: Verschiedene wiederkehrende Typen von Anomalien der Coronarplatten im ambulakralen Bereich (PA = Plattenanomalie). – b: ungeteilte ambulakrale Großplatte von polygonaler variabler Form (PA-1-A im A IV). c: Häufig vergrößerte aneinanderstoßende Ambulakralplatten, die den geregelten und gleichmäßigen Aufbau des Ambulakrums störend beeinflussen (PA-2-A). d: Eingeschaltete Platte ohne Poren, die mittel- oder randständig auftreten kann (PA-3-A). e: Senkrechte geteilte Platte, die die Sechseckform verändert (PA-4-A). f: Diagonal geteilte Platte (PA-5-A), mit oder ohne Poren; hier in Kombination mit PA-3-A. – Zeichnungen Verfasser, nach Fotos von U. MEISINGER.

Fig. 6.a: Schematic morphology of a corona of *Echinocorys sulcata*. Ps peristom (mouth); pp periproct (anus); ambulacra V (AV); interambulacra 4 (IA 4). The peristom is situated in the front part of A III. b–f: Various repeatedly occurring types of anomalies of the corona plates in the ambulacral section (PA plate anomalies). – b: Valid large ambulacral plate with varying polygonal shape (PA-1-A in A IV). c: Frequently enlarged, adjoined ambulacral plates which disturb the regular and homogeneous growth of the ambulacrum (PA-2-A). – d: Intercalated plate lacking pores which can be situated in the middle or at the margin (PA-3-A). – e: Vertically split plate with a corresponding change of the hexagonal shape. – f: Diagonally split plate (PA-5-A) with or without pores, here combined with PA-3-A. – Author's drawings after photographs supplied by U. MEISINGER.

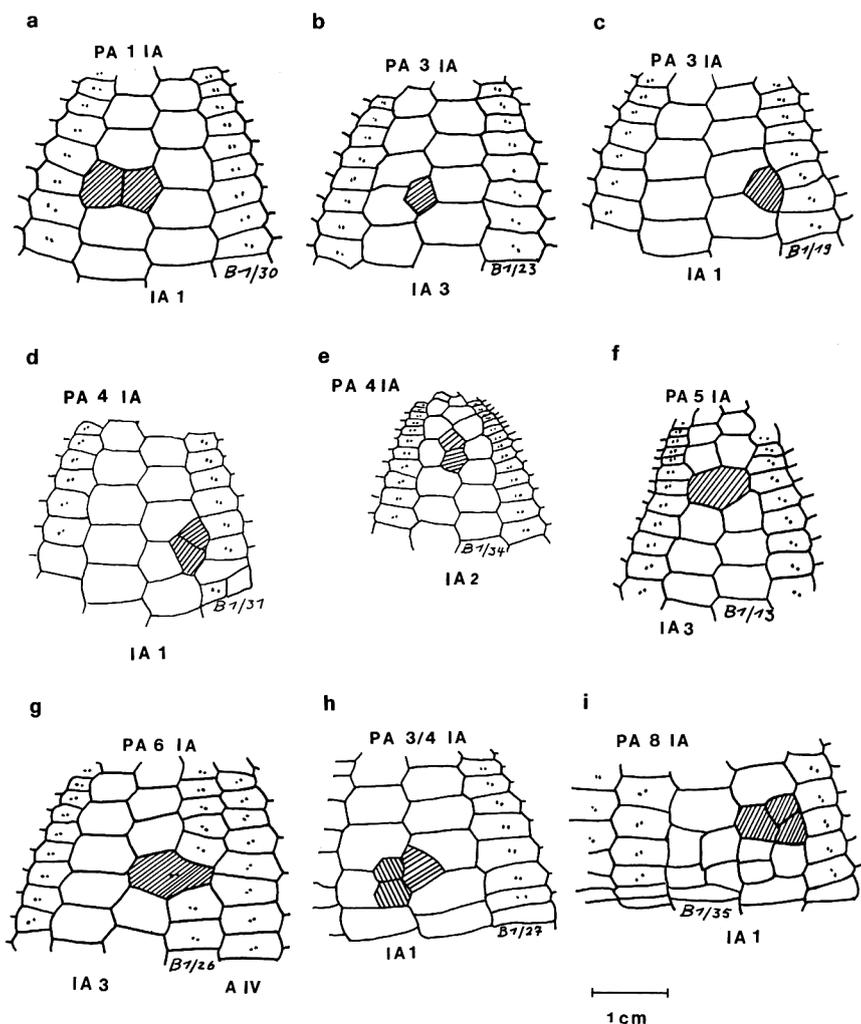


Abb. 7. a-i: Zehn Plattenanomalien (PA) im interambulakralen Plattenbau von *Echinocorys sulcata* aus Dalbyover (PA-2-IA, siehe Abb. 11). Über der Skizze steht jeweils die Nummer der Plattenanomalie, unten die Nummer des Interambulakrums und die der Slg. U. MEISINGER. Zeichnungen vom Verfasser nach Fotos von U. MEISINGER.

Fig. 7. a-i: Ten plate anomalies (PA) in the interambulacral plate structure of *Echinocorys sulcata* (for PA-2-IA see Fig. 11). Paleocene (Danian) of Dalbyover, northern Jutland, Denmark. At the top of each drawing the number of the plate anomaly is given, at the bottom the number of the interambulacrum and that of the U. MEISINGER Collection respectively.

werte für den Dalbyover-Aufschluß. Ob sie für die gesamte *Echinocorys*-Reihe gültig sind, bleibt fraglich, da vergleichende Untersuchungen von anderen Aufschlüssen fehlen.

Untersuchungen zur quantitativen Größenverteilung der Coronen, die Plattenanomalien aufweisen, zeigen, daß die *Echinocorys sulcata* forma aegra *inconstans* in nahezu allen

Tabelle 2. Schema zur Typisierung der Plattenanomalien.

Table 2. Standardized plate anomalies.

A. Plattenanomalien (PA) im Ambulakralbereich (A)	
Typ-Nr.	Kurzbeschreibung
PA-1-A	Ungeteilte Großplatte, beiderseits an das IA angrenzend, dessen Platten ihre Normalform verlieren können; die Porenpaare, es können auch weniger sein, sind in Plattenmitte angeordnet; Großplatten von vier- bis achtseitiger Form (Abb. 6b; 13).
PA-2-A	Zwei oftmals vergrößerte, aneinanderstoßende A-Platten, die die Regelmäßigkeit des Ambulakrums stören; auch verkleinerte A-Platten, drei-, vier- oder fünfeckig (Abb. 6c).
PA-3-A	Eingeschaltete kleine, dreieckige oder fünfeckige Zwischenplatte, oft ohne Poren, die mittel- oder randständig auftreten (Abb. 5a; 6d).
PA-4-A	Einfache, die Sechseckform verändernde, senkrecht geteilte Platte. Angrenzende Platten können in ihrer Form verändert sein (Abb. 5b, d; 6e).
PA-5-A	Diagonal geteilte Platte im Ambulakralbereich, mit oder ohne Poren (Abb. 6f; 11).
B. Plattenanomalien (PA) im Interambulakralbereich (IA)	
PA-1-IA	Senkrecht geteilte und dadurch in der Form veränderte Platte (Abb. 5b, c, f; 7a).
PA-2-IA	Diagonal geteilte Platte (Abb. 11). Nicht aus Dalbyover.
PA-3-IA	Eingeschaltete Platte, oft drei- bis fünfeckig, die mittel- und randständig auftreten (Abb. 5c, e; 7b; 11).
PA-4-IA	Zwei aneinanderstoßende, eingeschaltete Platten von drei- bis fünfeckiger Form (Abb. 5a-c; 7d-e).
PA-5-IA	Von A zu A übergreifende Großplatte mit veränderter Grundform. Angrenzende Platten sind formverändert (Abb. 7f; 12).
PA-6-IA	Von IA auf A übergreifende Großplatte mit oder ohne Poren (Abb. 7g).
PA-7-IA	Viergeteilte Platte mit polygonaler Form (Abb. 5c-d).
PA-8-IA	Platten unregelmäßig dreigeteilt; in der Gesamtform verändert (Abb. 5d; 7i).
PA-9-IA	Keine einzelne Plattenanomalie, eine Veränderung des Interambulakralfeldes von zwei in eine Plattenkolonne von halber Breite. Wechsel nach einer Großplatte PA-5-IA, angrenzende Platten verformt (Abb. 1). Nicht aus Dalbyover.

Tabelle 3. Häufigkeiten von Plattenanomalien der Dalbyover-Seeigel.

Table 3. Frequency of plate anomalies occurring in echinids from Dalbyover.

Typ der PA Ambulakrum	Anzahl	%	Typ der PA Interambulakr.	Anzahl	%
PA-1-A	13	16,25	PA-1-IA	13	16,25
PA-4-A	12	15,00	PA-3-IA	13	16,25
PA-3-A	6	7,50	PA-4-IA	5	6,25
PA-2-A	4	5,00	PA-7-IA	5	6,25
PA-5-A	3	3,75	PA-8-IA	3	3,75
			PA-5-IA	2	2,50
			PA-6-IA	1	1,25
	38 A	47,50		42 IA	52,50

Tabelle 4. Häufigkeit der Plattenanomalien in den Ambulakral- und Interambulakralfeldern der untersuchten Coronen.

Table 4. Abundance of plate anomalies occurring in ambulacra and interambulacra of coronae investigated here.

Ambulakrum	Typ der Plattenanomalie (PA)					Anzahl	%			
	1	2	3	4	5					
A I	1	0	1	2	1	5	6,25			
A II	4	0	3	5	2	14	17,50			
A III	4	1	0	2	0	7	8,75			
A IV	2	2	1	0	0	6	7,50			
A V	1	1	1	3	0	6	7,50			
						38	47,50			
Interambulakrum										
	1	2	3	4	5	6	7	8		
IA 1	5	0	5	4	0	0	1	2	17	21,25
IA 2	1	0	3	1	1	0	4	1	11	13,75
IA 3	4	0	2	0	1	1	0	0	8	10,00
IA 4	2	0	0	0	0	0	0	0	2	2,50
IA 5	1	0	3	0	0	0	0	0	4	5,00
									42	52,50
gesamt									80	100

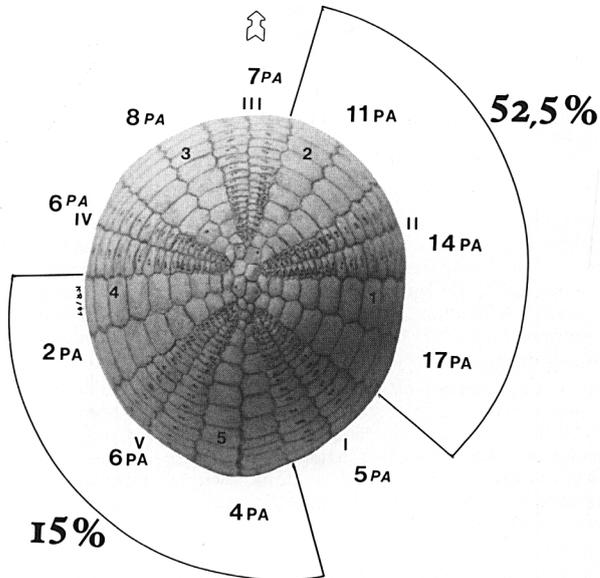


Abb. 8. Projektion der Häufigkeit aller Plattenanomalien auf die Ambulakral- und Interambulakralfelder einer *Echinocorys sulcata* von Dalbyover. Vorne rechts befindet sich mit 52,5% das Maximum der Mißbildungen, gegenüber der Sektor mit der geringsten Häufigkeit von Plattenanomalien mit 15%.

Fig. 8. Frequency of all plate anomalies transferred to the ambulacral and interambulacral areas of a single *Echinocorys sulcata* from Dalbyover. The maximum with 52,5% of the anomalies is situated in front, on the right side. The sector with the minimum number of plate anomalies lies opposite to that.

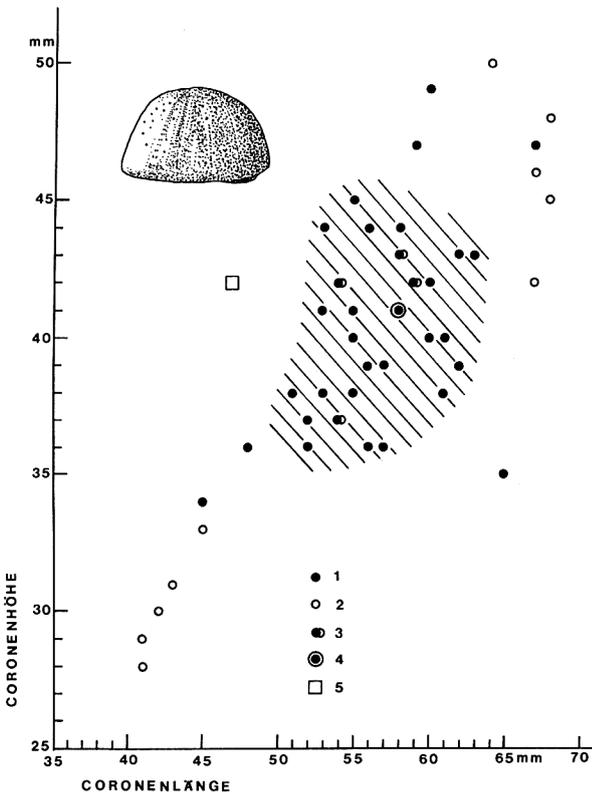


Abb. 9. Ontogenetische Entwicklung der Coronengröße und die quantitative Verteilung von 37 Echiniden mit Plattenanomalien. Bei drei Coronen konnte wegen ungenügender Erhaltung die Höhe nicht festgestellt werden. Die Größenverteilung, gemessen am L/H Quotienten, reicht von sehr kleinen, juvenilen bis zu sehr großen, senilen Coronen mit dem Maximum der Häufigkeit (Schraffur) im mittleren Bereich bei den adulten Individuen. 1: Coronen mit Plattenanomalien; 2: die fünf kleinsten und größten Echiniden der Aufsammlung ohne Plattenanomalien; 3: zwei Coronen gleicher Größe; 4: *Echinocorys sulcata* mit sechs Ambulakren; 5: *E. sulcata* mit vier Ambulakren.

Fig. 9. Ontogenetic development of the size of coronae and quantitative distribution of 37 echinids showing plate anomalies. In three coronae the height could not be determined due to insufficient preservation. The size expressed by the length/height ratio ranges from the very small (juvenile) coronae to very large (senile) ones. Most abundant (hatched) are adult specimens. 1: Coronae with plate anomalies; 2: the five smallest and largest echinids of the collection without plate anomalies; 3: two coronae of equal size; 4: *Echinocorys sulcata* with six ambulacra; 5: *Echinocorys sulcata* with four ambulacra.

Altersstadien vorkommt. In den Diagrammen (Abb. 9 und 10) ist das relative Alter der Echiniden zur Coronengröße in Bezug gesetzt. Die kleinsten Coronen werden als jüngste, die größten als älteste Individuen angesehen. Die Größen der PA-Coronae zeigen, gemessen am Längen/Höhen- (Abb. 9) und Längen/Breiten-Quotienten (Abb. 10), daß zwar auch relativ junge sowie senile Echiniden Plattenanomalien aufweisen, die Mehrzahl sich jedoch etwa

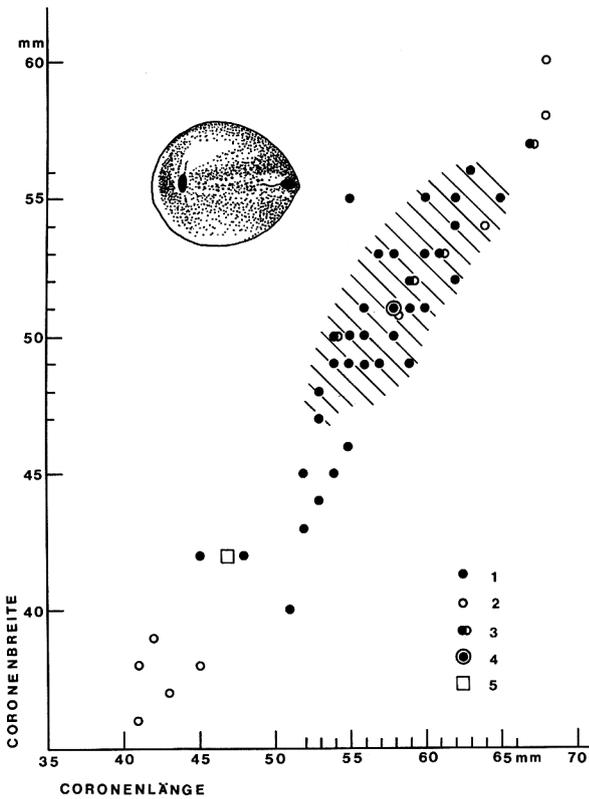


Abb. 10. Verteilung der Coronen von *Echinocorys sulcata* mit Plattenanomalien, gemessen am Längen/Breiten-Quotienten, im Vergleich mit den fünf kleinsten und größten normal entwickelten Coronen des Untersuchungsmaterials. Erklärung der Zahlen 1–5 siehe Abb. 9.

Fig. 10. Distribution of the length/height ratio in coronae of *Echinocorys sulcata* having plate anomalies compared with five of the smallest and largest coronae exhibiting regular growth. Key as in Fig. 9.

gleichmäßig auf adulte Coronen verteilt. Um das gesamte Größenspektrum zu veranschaulichen, wurden die kleinsten und größten Echiniden der Aufsammlung mit in die Darstellung aufgenommen. Sie sind auch besonders gekennzeichnet. Die beiden Echiniden mit Abweichungen von der pentameren Norm fügen sich in das Mittelfeld ein, d. h. sie sind größenmäßig normal entwickelt bis auf den »Vierstrahler«, bei dem das H/L-Verhältnis durch die geringe Coronenlänge gestört ist (Abb. 9).

Bei den hier beschriebenen Plattenanomalien handelt es sich um »genormte Anomalien«, d. h. sie sind nicht auf einen Einzelfall beschränkt, sondern treten in gleicher Weise bei Individuen verschiedener Gattungen und Arten auf. Sie werden, unabhängig von ihrer taxonomischen Zugehörigkeit, im Zuge einer offenen Nomenklatur mit einer forma aegra-Bezeichnung belegt. Diese gilt für alle Echiniden mit Plattenanomalien, fossilen wie rezenten. Die Bezeichnung eines forma-Typs erfolgt ausschließlich nach dem äußeren Erscheinungsbild.

Die hier beschriebenen Plattenanomalien werden als forma aegra *inconstans* n.f. (lat. unregelmäßig) bezeichnet (z. B. Abb. 11–13).

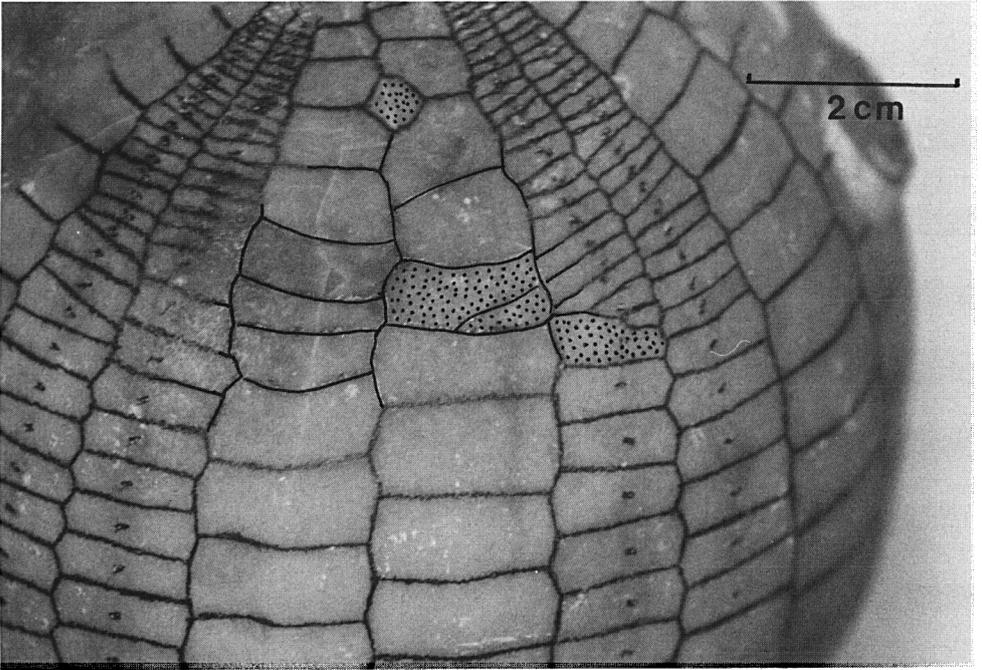


Abb. 11. *Echinocorys gibbus oviformis* (LAMARCK) forma aegra *inconstans* n. f. aus dem Untercampan von Höver/Hannover. Maße: L 76, B 67, H 59 mm. Das Interambulakrum 3 weist zwei Plattenanomalien auf: oben PA-3-IA, unten PA-2-IA. Das Ambulakrum IV zeigt die PA-5-A (Slg. U. MEISINGER, Nr. B 14/66).
 Fig. 11. *Echinocorys gibbus oviformis* (LAMARCK), forma aegra *inconstans* n. f. from the Lower Campanian of Höver near Hannover. Dimensions: length 76, width 67, height 59 mm. The interambulacrum no. 3 shows two plate anomalies: above PA-3-IA, below PA-2-IA. The ambulacrum IV shows the PA-5-A (U. MEISINGER Collection no. B14/66).

Deutung und Bewertung

Bei den dargestellten Plattenanomalien handelt es sich um Kontinuitätsdefekte, deren Ursachen nur im Vergleich mit Untersuchungen an rezemtem Material zu interpretieren sind. Sie selbst liefern keine äußerlichen Anhaltspunkte, die auf ihre Entstehung hindeuten. Sie erscheinen auch nicht krankhaft oder schädigend für den Gesamtorganismus.

Bestimmte Mißbildungen (PA-1-IA, PA-2-IA, PA-4-A und PA-5-A) könnten sekundär durch mechanische Ursachen entstanden sein. Bei den komplizierteren Plattenanomalien ist das in den Fällen nicht mehr möglich, in denen die betroffenen Platten ihre Form dergestalt verändern, daß benachbarte Platten fehlen oder Neubildungen auf andere Bereiche übergreifen (PA-6-IA, PA-5-IA oder PA-9-IA). Aus diesem Grund wird auf eine endogene Störung geschlossen, die während der Plattenbildung erfolgte.

Die nachgewiesene Anfälligkeit einer Körperhälfte für die Mißbildungen von Platten könnte mit dem bilateralen Bauplan und der Fortbewegungsrichtung der Seeigel im Zusammenhang stehen. Weiterhin fällt auf, daß 47,5% der untersuchten *E. sulcata* gleich mehrere PA aufweisen. Das könnte einmal auf eine besondere Anfälligkeit hinweisen, zum anderen auf eine lokale, außergewöhnliche Belastung der Seeigel durch sie schädigende Wasserverunreinigungen.

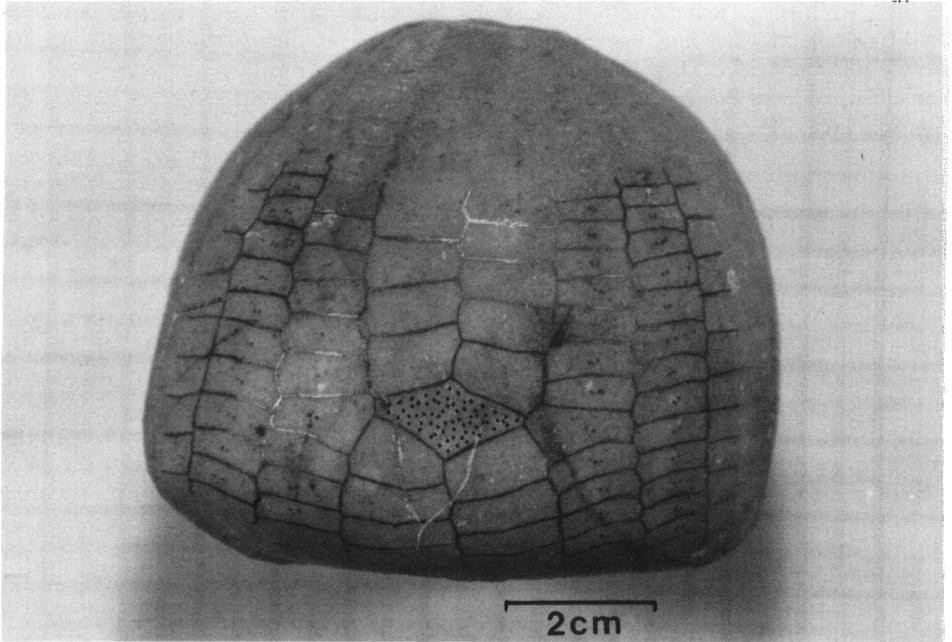


Abb. 12. *Echinocorys subglobosa ovata* (LAMARCK) forma *aegra inconstans* n. f. aus dem Untercampan von Höver/Han. Maße: L 82, B 68, H 69 mm. Auffällige und nicht seltene Plattenanomalie (PA-5-IA) im Interambulakrum 1 (Slg. U. MEISINGER, Nr. B 14/37).

Fig. 12. *Echinocorys subglobosa ovata* (LAMARCK), forma *aegra inconstans* n. f. from the Lower Campanian of Höver near Hannover: length 82, width 68, height 69 mm. Note the conspicuous and not at all rare plate anomaly (PA-5-IA) in the interambulacrum (MEISINGER Collection no. B 14/37).

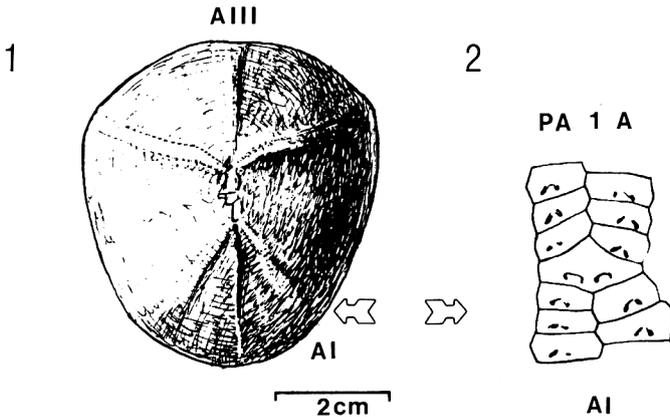


Abb. 13. *Holaster subglobosus* LESKE forma *aegra inconstans* n. f. aus dem Cenoman von Wunstorf mit der Plattenanomalie PA-1-A im Bereich des Ambulakrums I. Zeichnung und Slg. D. ZAWISCHA (vergleiche ZAWISCHA 1988).

Fig. 13. *Holaster subglobosus* LESKE forma *aegra inconstans* n. f. from the Cenomanian of Wunstorf. Plate anomaly PA-1-A at the ambulacrum I. ZAWISCHA Collection: drawn by D. ZAWISCHA (compare ZAWISCHA 1988).

Bei den fossilen Echiniden besteht im Gegensatz zu vielen anderen ausgestorbenen Tierklassen die Möglichkeit, Untersuchungsergebnisse von rezenten Arten zur Erklärung der Ursachen heranzuziehen. Es gibt zahlreiche Untersuchungen über Mißbildungen bei rezenten Echiniden. Die umfassendste Arbeit hat KOEHLER (1924) veröffentlicht. Als ein Katalog der Abnormitäten von 402 rezenten Seeigeln enthält sie alles was an Anomalien bekannt war: deformierte Coronen, unregelmäßig verlaufende Ambulakren und Interambulakren, Parasitismus u. a. Viele der dort abgebildeten Anomalien finden ihre fossilen Entsprechungen. So sind auch einige Plattenanomalien belegt:

PA-5-IA auf Taf. 20, Fig. 6; Taf. 8, Fig. 19 bei *Echinus esculentus*.

PA-1-A auf Taf. 22, Fig. 1–14 *Echinus esculentus*; Fig. 1, 2, *Sphaerechinus granularis*; Fig. 3, 11, 13 *Arbacia aquituberculata*; Fig. 12 *Paracentrotus lividus*; Fig. 14; Taf. 23, Fig. 2, 3, 9, 10 *Echinus esculentus*.

PA-3-IA auf Taf. 8, Fig. 5 *Sphaerechinus granularis*; Fig. 9 *Echinus esculentus*.

PA-1-IA auf Taf. 8, Fig. 6, 12 bei *Echinus esculentus*.

KOEHLER (1924) vermutete als Ursache für die Mißbildungen stets äußere Verletzungen, Bisse und Frakturen.

Auch MOORE (1974) untersuchte die Coronen regulärer Echiniden auf Brüche, anormale Ambulakren, Interambulakren, Farbvarianten und andere Mißbildungen. Er zeigt u. a. auch ganz konfuse Plattenanordnungen. Bis auf eine PA-1-A (MOORE 1974: fig. 1) sind keine Plattenanomalien im Sinne dieser Untersuchung vorhanden. Im Gegensatz zu KOEHLER (1924), der von rein mechanischen Schäden als Ursache ausgeht, führt MOORE (1974) die Aberrationen auf Streß zurück, wie die Auswirkungen eines sehr kalten Winters auf die Coronenbildung von *Lytechinus variegatus* gezeigt haben (MOORE & Mc PHERSON 1963). ALLEIN (1978) untersuchte Coronendeformationen an einer Population von *Lytechinus variegatus* aus der Bucht von Cartagena, an der Westküste Kolumbiens. Die Mißbildungen werden dort durch Hausabfälle und Ölverschmutzungen hervorgerufen und betrafen 5% der untersuchten Population. Seine Abbildungen 1 und 2 zeigen ambulakrale Verengungen, die mit dem Typ PA-1-A verbunden sind. DAFNI hat mehrere Arbeiten (z. B. 1980, 1982, 1988) veröffentlicht, in denen er die Coronen-Deformationen bei *Tripneustes gratilla* unter Verunreinigungseinflüssen im nördlichen Golf von Eilat (Akaba) im Roten Meer untersucht. Die Seeigel aus dem Einflußbereich einer Kraftwerk- und Meerwasserentsalzungsanlage hatten im Verhältnis zu ihrem Durchmesser ein übertriebenes Höhenwachstum und unregelmäßige Aufblähungen im aboralen Bereich. Als Ursachen für diese Deformationen werden Störungen des Kalkbildungsprozesses angenommen, hervorgerufen durch aufgeheiztes und mit Schwermetallen belastetes Meerwasser. An Plattenanomalien tritt bei *Tripneustes gratilla* der Typ PA-3-IA auf (DAFNI 1980; fig. 8). Diese Untersuchungen beziehen sich auf rezente, vor allem reguläre Echiniden. Unter den nicht häufigen Plattenanomalien dominiert der Typ PA-1-A.

Coronendeformationen werden, wie besonders die Beobachtungen von ALLEIN (1978), DAFNI (1980) und MOORE (1974) zeigen, durch unterschiedliche ungünstige, physikalische Bedingungen hervorgerufen. Sie zeigen, daß die Echiniden auf veränderte Umweltbedingungen sehr sensibel reagieren. So könnten auch bei *Echinocorys sulcata* forma aegra *inconstans* n. f. der Dalbyover-Kollektion, die Ursachen auf äußere Einflüsse zurückzuführen sein, wie die Unverträglichkeit belasteten Meerwassers, z. B. durch Vulkanismus, Erdölaustritte, Auslaugung, Seebeben, oder zu hohe (heiße Sommer, Vulkanismus) sowie zu geringe Temperaturen, wie bei zu kalten Wintern.

Danksagung

Herrn Professor Dr. G. ERNST (Berlin) danke ich für fruchtbare Diskussionen und die Durchsicht des Manuskriptes. Dank auch an Herrn Professor Dr. H. KEUPP (Berlin), der mir wesentliche Hinweise zur Taxonomie der forma-Typen gab, sowie an Herrn Dr. W. RIEGRAF (Münster) für freundlich gewährte Hilfe, Übersetzungen und Literaturhinweise. Grundlegendes Informations- und Bildmaterial wurde mir von Herrn U. MEISINGER (Flensburg), weiteres Material von Herrn W. DRICHEL (Kiel) und Herrn M. KUTSCHER (Saßnitz) in dankenswerter Weise zur Verfügung gestellt. Herrn U. MEISINGER gebührt besonderer Dank, weil durch sein Material Plattenanomalien auf breiter Basis untersucht werden konnten.

Literatur

- ALLAIN, J. Y. 1978. Deformations du test chez l'oursin *Lytechinus variegatus* (LAMARCK) de la baie de Carthagène. – *Caldasia* 12: 363–375, Cartagena.
- DAFNI, J. 1980. Abnormal growth patterns in the sea urchin *Tripneustes* cf. *gratilla* (L.) under pollution (Echinodermata: Echinoidea). – *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 47: 259–79, Amsterdam.
- 1982. Skeletal deformations in the sea-urchin *Tripneustes gratilla* (L.) under pollution conditions in the Gulf of Elat, Red. Sea. [In:] LAWRENCE, I. H. (ed.) International Echinoderms Conference, Tampa Bay: 69, A. A. Balkema, Rotterdam.
 - 1988. A biomechanical approach to the ontogeny and phylogeny of echinoids. [In:] PAUL, C. R. C. & SMITH, A. B. (eds.) Echinoderm phylogeny and evolutionary biology: 175–88, Clarendon Press, Oxford.
- FRERICHS, U. 1989. Interessante Funde aus der Oberkreide von Baddeckenstedt und Misburg: Weitere Seeigel mit Mißbildungen. – *Arbeitskreis Paläontologie Hannover* 17 (1): 17–19, Hannover.
- JAGT, J. W. M. 1988. Pathologien bei *Echinocorys* gr. *limburgica* (Ober-Maastricht, Lüttich, Belgien). – *Arbeitskreis Paläontologie Hannover* 16 (1): 22–23, Hannover.
- KOEHLER, R. 1924. Anomalies, irregularités et déformations au tests chez les echinids. – *Annales de L'Institut Oceanographique, Nouvelle serie* 1: 159–480, Paris.
- KRÜGER, F. J. 1990. *Echinocorys obliquus* RAVN 1927 mit vier Ambulakren aus dem Geschiebe des südlichen Niedersachsens. – *Der Aufschluß* 41: 291–294, Heidelberg.
- KRÜGER, F. J. 1991. *Echinocorys sulcatus* (GOLDFUSS, 1826) mit sechs Ambulakren aus dem Danien von Dalbyover (Echinodermata: Echinoidea, Nord-Jütland, Dänemark). – *Der Aufschluß* 42: 267–274, Heidelberg.
- MOORE, H. B. 1974. Irregularities in the test of regular sea urchins. – *Bulletin of Marine Science* 24: 545–560, Miami.
- MOORE, H. B. & MCPHERSON, B. F. 1963. Temporary hexamery in *Lytechinus*. – *Bulletin of Marine Science, Gulf and Caribbean* 13 (4): 542–548, Miami.
- ZAWISCHA, D. 1988. Anomalien bei irregulären Seeigeln aus dem Raum Hannover. – *Arbeitskreis Paläontologie Hannover* 16 (4): 96, Hannover.

Eingang des Manuskriptes am 8. 12. 1991;

Annahme der revidierten Fassung durch die Schriftleitung am 12. 1. 1993.