

Paläont. Z.	63	1/2	15–24	5 Abb.	Stuttgart, Juni 1989
-------------	----	-----	-------	--------	----------------------

Haftorgan, Internodien und Sklerite von *Keratoisis melitensis* (GOLDFUSS, 1826) (Octocorallia) in den pliozänen Foraminiferenmergeln (»Trubi«) von Milazzo (Sizilien)

MARTIN LANGER, Basel*

Mit 5 Abbildungen

Abstract: Vertical and horizontal thin-sections of new material of *Keratoisis* from the Pliocene "Trubi" (Sicily) suggest that larger and smaller, branched and unbranched internodes belong all to a single species *Keratoisis melitensis* (GOLDFUSS, 1826) of which *Keratoisis peloritana* (SEQUENZA, 1864) is a junior synonym.

Five different types of sklerites were found within the same deposits and prove a wide spectrum of gorgonaceans during the Pliocene in the Mediterranean Sea. Root, internodes and sklerites of the coral suggest a paleodepth of 100–200 m for the Trubi.

Kurzfassung: Der Fund eines Fußes von *Keratoisis melitensis* (GOLDFUSS, 1826) in den Trubi legt nahe, die zahlreichen großen und kleinen, verzweigten und unverzweigten Internodien von der gleichen Fundstelle als zu einer an Ort ansässigen Population einer einzigen Art zu betrachten. Aufgrund der konzentrischen Wachstumsgeometrie der Internodien in Längs- und Querschnitten wird die gemeinsame Grundmorphologie dicker und dünner Internodien sichtbar. Darauf wird die Synonymie von *Keratoisis peloritana* (SEQUENZA, 1864) und *Keratoisis melitensis* (GOLDFUSS, 1826) begründet. Fünf verschiedene Grundtypen von Oktokorallen-Skleriten wurden in den gleichen Ablagerungen gefunden und belegen ein breites Faunenspektrum der pliozänen Gorgonien im Mittelmeer. Sklerite, Kalkkrusten auf den Internodien und die Morphologie der Wurzel sprechen für eine Ablagerungstiefe der Trubi von 100–200 m.

Einleitung

Seit drei Jahrhunderten kennt man fossile Korallenteile aus dem mediterranen Raum, die zur Familie der charakteristisch gegliederten Isididae gehören. Diese sind charakterisiert durch ein Alternieren kalkiger Internodien mit hornigen, nicht verkalkungsfähigen Nodien. Da man sich bei der Gattungs- bzw. Artdiagnose auf wenige Konstruktionsmerkmale dieser fossilen Axialteile beschränken mußte, war eine definitive taxonomische Aussage immer mit Unsicherheiten behaftet. Im Zuge ihrer systematischen Erforschung wurden sie deshalb von verschiedenen Autoren nicht weniger als drei verschiedenen Gattungen und fünf verschiedenen Arten zugeordnet (vgl. Synonymieliste). Neu und reichlich aufgesammeltes Material aus den pliozänen Trubi der Halbinsel Milazzo (Internodien, Wurzel, Sklerite) untermauern neben der richtigen Gattungsdiagnose von GRASSHOFF (1980) vor allem die Synonymie der Arten *Keratoisis melitensis* (GOLDFUSS, 1826) und *Keratoisis peloritana* (SEQUENZA, 1864).

* Adresse des Autors: Dipl.-Geol. MARTIN LANGER, Geol.-Paläont. Institut der Universität Basel, Bernoullistraße 32, CH-4056 Basel, Schweiz.

Fossiles Material der Familie Isididae LAMOUROUX, 1812 ist von verschiedenen Fundpunkten auf Sizilien, Malta und von Turin bekannt (vgl. Taxonomie). Nach der erwähnten taxonomischen Odyssee wurden die Oktokorallen schließlich von DI GERONIMO (1979) und GRASSHOFF (1980) aufgrund der Struktur der Achse und der Morphologie der Wurzel in die Gattung *Keratoisis* WRIGHT, 1869 eingeordnet. Man unterschied jedoch weiterhin die Arten *Keratoisis melitensis* (GOLDFUSS, 1826) und *Keratoisis peloritana* (SEQUENZA, 1864), die sich durch ihre Größe und die Häufigkeit ihrer Verzweigungen zu unterscheiden schienen (vgl. GRASSHOFF 1980).

Beschreibung des Materials

Alle Fossilfundstücke stammen aus den pliozänen Foraminiferenmergeln der Halbinsel von Milazzo. Lokalität: Puntalacci; Stratigraphie nach LIPPARINI et al. (1955) und RUGGIERI & GRECO (1965): Unter-Pliozän.

Haftorgan

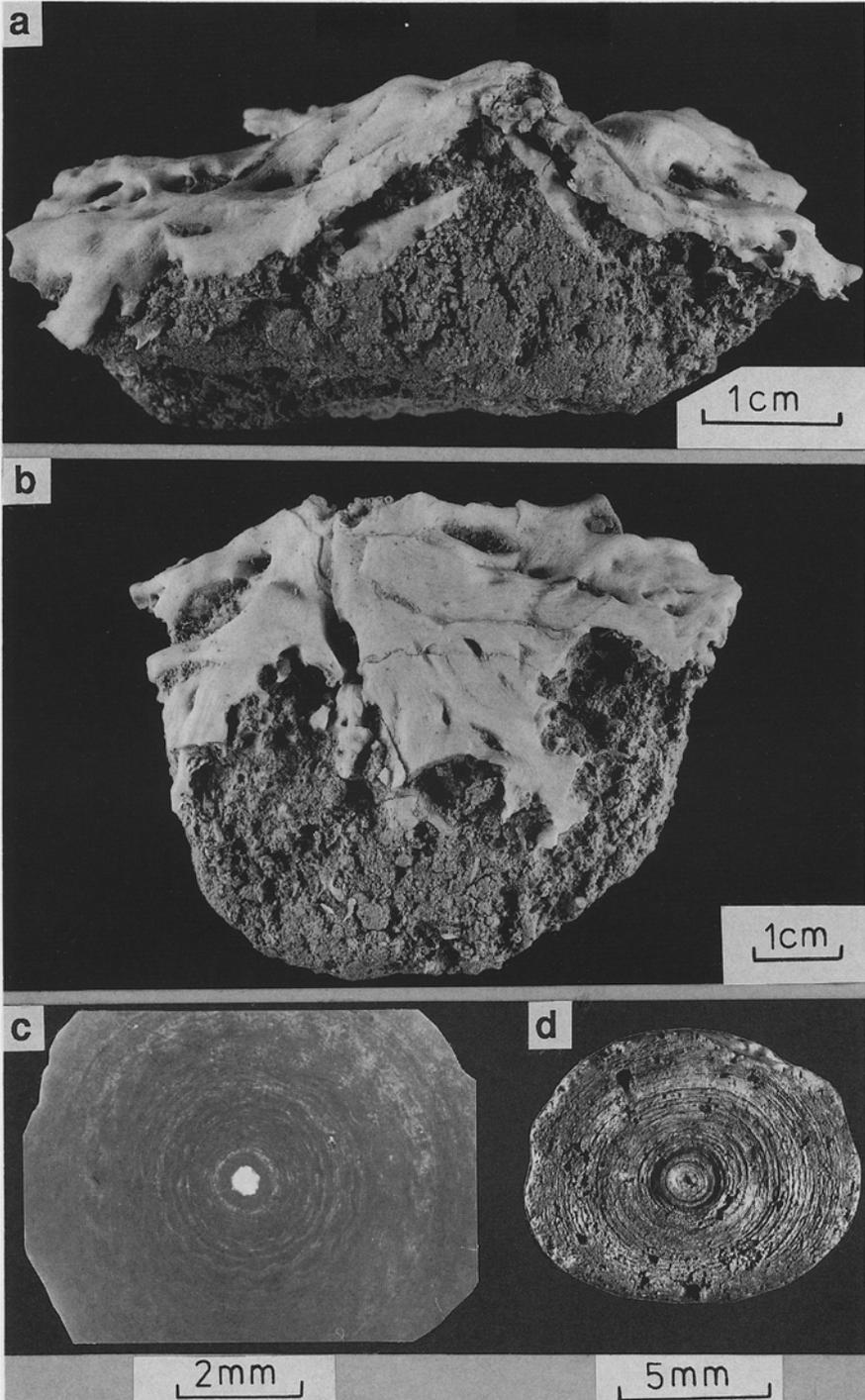
Keratoisis-Arten, die rezent im Atlantik und Indopazifik vorkommen, sind dort Bewohner des tieferen Wassers und siedeln auf sandigen und weichen Böden der Kontinentalabhänge (GRASSHOFF & ZIBROWIUS 1983). Ihr Haftorgan hat sich an diesen Untergrund angepaßt und verankert sich dort mit wurzelartigen Ausläufern im Weichsubstrat. Auch die auf Milazzo gefundene Basis zeigt diese Wurzelform (Abb. 1a, b). Ihre Ausläufer sind anastomisierend und stabilisieren durch gleichzeitig flächenhaftes und wurzelförmiges Ankeren im Sediment den gesamten Korallenstock. Die Oberfläche der Basis zeigt eine Striierung von der Wurzelmitte in Richtung der Wurzelspitzen. Die wenig konsolidierten, mergeligen Trubi von Milazzo, die überwiegend aus dem Schalenmaterial planktonischer Foraminiferen bestehen (LANGER 1985), stellen das für diese Oktokorallen notwendige Weichsubstrat.

Abb. 1. Alle Exemplare Geologisch-Paläontologisches Institut der Universität Basel. Photographien: M. LANGER und H. RÖSCH.

- a: Vertikalschnitt des Haftorganes (Wurzel) von *Keratoisis melitensis* (GOLDFUSS, 1826). Die gelappte Basis zeigt anastomisierende Fortsätze zur Verankerung in Weichsubstraten.
- b: Flächenhaftes und wurzelförmiges Ankeren der Wurzel von *Keratoisis melitensis* (GOLDFUSS, 1826). Die Oberfläche der Basis zeigt eine Striierung von der Wurzelmitte in Richtung der Wurzelspitzen.
- c: Konzentrische Wachstumsringe im Horizontalschnitt (Dünnschliff) eines kleinen Internodiums.
- d: Konzentrische Wachstumsringe auf der Endfläche eines Internodiums von *Keratoisis melitensis* (GOLDFUSS, 1826).

Fig. 1. All specimens deposited in the collections of the Geol.-Paleont. Institute of the University of Basel (Switzerland).

- a: Vertical section of the root of *Keratoisis melitensis* (GOLDFUSS, 1826). The root shows anastomosing processes for anchoring in soft substrates.
- b: Two-dimensional root-like anchoring of *Keratoisis melitensis* (GOLDFUSS, 1826). The surface of the root shows a striate pattern resulting from water-channels of the coenenchym.
- c: Horizontal thin section of a small internode showing the concentric growth geometry.
- d: Concentric growth-rings of an internode on the exterior surface of *Keratoisis melitensis* (GOLDFUSS, 1826).



Internodien

Die kalkigen Internodien der Oktokorallen (die hornigen Nodien sind nicht verkalkungsfähig) zeigen alle Übergänge von dünnen, häufig verzweigten zu dicken, selten verzweigten Formen (Abb. 2). Da diese Oktokorallen einen baumartigen Habitus besitzen, werden die dickeren Internodien als die basalen Teile der Kolonie interpretiert. Sie waren in dieser Größe von Milazzo bisher nicht bekannt. Nur diese größeren, basalen Axialteile zeigen starke Spuren bohrender Organismen (Abb. 2 und Abb. 3b). Sie wurden folglich noch in Lebendstellung angebohrt und sind ein Indiz für ihre seltene Erhaltung. Die besser erhaltenen kleinen Internodien zeigen stellenweise noch eine feine Striierung in Längsrichtung, was auf Wasserkanäle des Coenenchyms zurückgeht. Die Form der Endflächen ist variabel: Es finden sich stark konisch erhöhte als auch leicht eingetiefte Internodien.

Im Dünnschliff (Horizontalschnitt) zeigt sich sowohl bei kleineren (Abb. 1c) als auch bei größeren Internodien (Abb. 3b) die konzentrische, diskontinuierliche Wachstumsgeometrie der Axialteile. Auch an den Endflächen der Korallenteile zeigen sich diese konzentrischen Anwachsringe (Abb. 1d). Vertikalschnitte lassen ebenfalls deutlich diese Anwachsstreifen erkennen (Abb. 3c).

Basale Internodien können von einer zusätzlichen Kalkkruste überzogen werden. Die hornigen Nodien werden dabei umkrustet, und mehrere Internodien und Nodien wachsen zu einem Teilstück zusammen (vgl. GRASSHOFF & ZIBROWIUS 1983; Taf. 8, Abb. 44–48). Unter dem neu bearbeiteten Material von Milazzo fanden sich nun erstmals Internodien, die ebenfalls diesen zusätzlichen Überzug einer Kalkkruste zeigen und von denen selbst eigene Verzweigungen ausgehen können (Abb. 3a). Die Umkrustungen horniger Nodien durch zusätzliche Kalkkrusten werden verständlich, wenn man mechanische Aspekte berücksichtigt: Das Alternieren horniger Nodien mit kalkigen Internodien dient vorwiegend der Flexibilität in Bereichen hoher Wasserenergie. Wird ein horniges Nodium von einer zusätzlichen Kalkschicht überkrustet, erleichtert die Steife der Achse ein passives Ausfiltern der Nahrung aus schwächerer, laminarer Strömung. Rezentbeobachtungen bestätigen dies: Umkrustungen horniger Nodien finden sich nur an Oktokorallen, die tiefer als 190 m Wassertiefe leben (GRASSHOFF & ZIBROWIUS 1983).

Sklerite

Sklerit-Terminologie nach BAYER et al. 1983

Aus den pliozänen Foraminiferenmergeln ließen sich neben den Internodien und der Wurzelbasis auch zahlreiche Sklerite von Oktokorallen isolieren, die eine große morphologische Variationsbreite zeigen. Neben den für *Keratoisis*-Arten typischen Stab-Skleriten (Abb. 4c–e) fanden sich noch vier weitere Grundtypen von Oktokorallskleriten: Nadel- (Abb. 4a, b), Spindel- (Abb. 4f–k), Kreuz- (Abb. 5a–b, d) und Stachelplattenformen (Abb. 5c, e–g). Diese sind wie die Stab-Sklerite gattungsspezifisch (CARPINE & GRASSHOFF 1975) und belegen, daß neben *Keratoisis melitensis* (GOLDFUSS 1826), die als einzige erhaltungsfähige Internodien besitzt, auch noch die Gattungen *Paramuricea* KÖLLIKER, 1865, *Placogorgia* STUDER, 1887 und *Eunicella* VERRILL, 1869 in gleicher Umgebung lebten (vgl. Text zu Abb. 4 und Abb. 5). *Paramuricea* und *Eunicella* findet man rezent im Zirkalitoral (bis 100 m), *Placogorgia* im Übergangsbereich zwischen zirkalitoral und bathyalen Zone (bis 200 m, CARPINE & GRASSHOFF 1975).



Abb. 2. *Keratoisis melitensis* (GOLDFUSS, 1826). Repräsentative Auswahl kalkiger Internodien; Maßstab = 5 cm.

Fig. 2. Representative sample of calcareous internodes of *Keratoisis melitensis* (GOLDFUSS, 1826); Scale = 5 cm.

Diskussion

Bei der Bestimmung fossiler *Keratoisis*-Arten aus dem mediterranen Raum stützte man sich bisher auf die wenigen Merkmale (Striierung, Verzweigungsmodus) der Internodien. Erstmals VON SCHEUCHZER (1723) beschrieben, stellte man schließlich diese ungewöhnlich, knochenartig aussehenden Fossilien in die Gattung *Keratoisis* WRIGHT, 1869. Durch die Funde der Stab-Sklerite bestätigte sich diese Gattungsdiagnose nachträglich als richtig. Die morphologische Analyse von Längs- und Querschnitten und die Funde großer und kleiner, häufig und selten verzweigter wie auch unverzweigter Internodien aller Größenkategorien von einer Fundstelle (Puntalacci) legen nahe, alle gefundenen Hartteile einer einzigen Art *Keratoisis melitensis* (GOLDFUSS, 1826) zuzuschreiben und die Art *Keratoisis peloritana* (SEQUENZA, 1864) als Synonym zu betrachten. Große und selten verzweigte Internodien werden dabei als die basalen Teile, die kleineren und häufig verzweigten als die weiter oben liegenden Teile der bäumchenförmigen Oktokoralle interpretiert. Die konzentrische Wachstumsgeometrie der Internodien belegt, daß Größe und Breite nur eine Funktion des Alters sind, unterschiedliche Größe und Verzweigungshäufigkeit also nicht wie bisher als Kriterien unterschiedlicher Artzugehörigkeit herangezogen werden dürfen. Die Umkrustungen einzelner Internodien, das wurzelförmige Haftorgan und die rezenten Analogien der begleitenden

Gorgonenfauna sprechen für eine Wassertiefe zwischen 100 und 200 m der pliozänen Okto-korallen. Rezent sind die Isididae nur mit *Isidella elongata* (ESPER, 1788) im Mittelmeer vertren. Diese besiedelt die Weichböden der Kontinentalabhänge in Tiefen von 500–1000 m Was-sertiefe (CARPINE & GRASSHOFF 1975).

Taxonomie

Keratoisis melitensis (GOLDFUSS, 1826)

- 1723 Keine Namensbezeichnung; SCHEUCHZER, Taf. 14, Fig. 1
 1759 Corallium . . . nodosum; SCILLA, S. 63, Taf. 21, Fig. 1
 1762 Corallium nodosum; BASTER, S. 46, Taf. 6, Fig. 4
 1771 Corallium articulatum fossilum.; KNORR, S. 14, Suppl.-Taf. 6f, Fig. 6–7
 *1826 *Isis melitensis* sp. nov.; GOLDFUSS, S. 20, Taf. 7, Fig. 17 (»e topho calcareo Siciliae«)
 1834 *Isis melitensis* GOLDFUSS; BLAINVILLE, S. 503 (»Calc. tert. de la Sicile«)
 1840 *Isis melitensis* GOLDFUSS; MICHELOTTI, S. 55 (partim)
 1857 *Isis melitensis* GOLDFUSS; PICTET, S. 467, Taf. 108, Fig. 12 (»miocene de Malta et de Turin«)
 1857 *Isis melitensis* GOLDFUSS; MILNE-EDWARDS & HAIME, S. 196 (»pliocene de Milazzo, . . . Lipari et en Piemont«)
 1864 *Isis peloritana* sp. nov.; SEQUENZA, S. 412, Taf. 1, Fig. 2–2e (»distretto die Messina«, oberstes Mio-zän)
 1864 *Isis melitensis* GOLDFUSS; SEQUENZA, S. 410 (»Monti peloritani: Tremonti . . . Milazzo, mioceni-che«)
 ?1864 *Isis compressa* sp. nov.; SEQUENZA, S. 413, Taf. 1, Fig. 3–3b
 1955 *Isis peloritana* SEQUENZA; NICOSIA, S. 8
 1965 *Isidella*; RUGGIERI & GRECO, S. 42–45, 52
 1979 *Keratoisis melitensis* GOLDFUSS; DI GERONIMO, S. 15 (»Pleistocene, Valle Palione, Catania«)
 1980 *Keratoisis peloritana* SEQUENZA; GRASSHOFF, S. 439, Taf. 3, Fig. 6
 1983 *Keratoisis peloritana* SEQUENZA; GRASSHOFF & ZIBROWIUS, S. 116

Danksagung

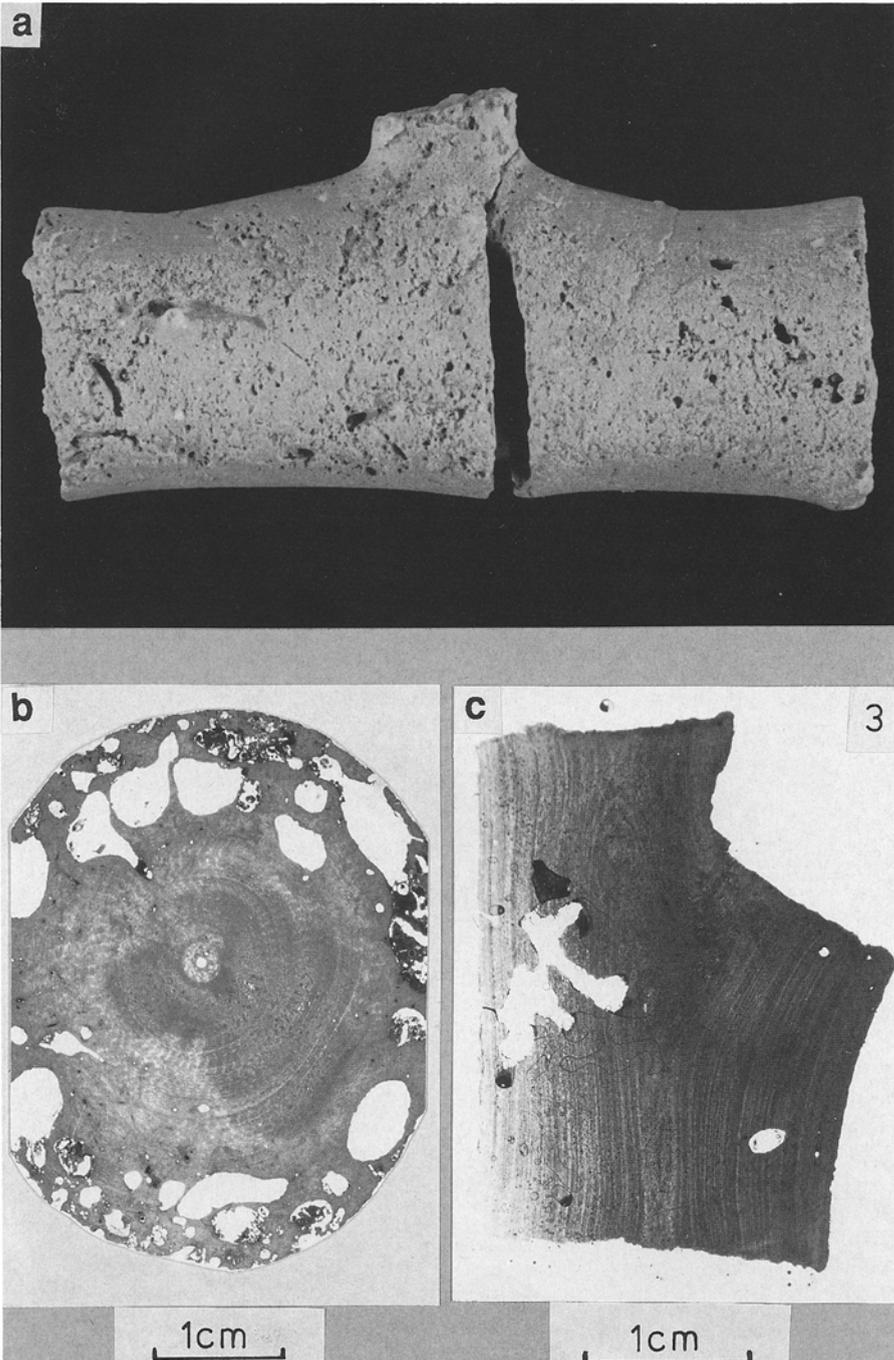
An dieser Stelle möchte ich mich sehr herzlich bei Herrn Prof. LUKAS HOTTINGER (Basel) für sein In-teresse an der vorliegenden Arbeit bedanken, ebenso bei Herrn Prof. R. GUGGENHEIM und seinen Mitar-beitern (SEM-Basel). Der Studienstiftung des deutschen Volkes sei Dank gesagt für die finanzielle Unter-stützung.

Abb. 3

- a: Partielle kalkige Umkrustung eines hornigen Internodiums durch eine zusätzliche sekundäre Kalk-kruste. Von dieser Kalkkruste können wie in diesem Beispiel eigene Verzweigungen ausgehen.
 b: Konzentrische Wachstumsringe im Horizontalschnitt (Dünnschliff) eines basalen Internodiums von *Keratoisis melitensis* (GOLDFUSS, 1826). Das Internodium zeigt randlich starke Anbohrung.
 c: Vertikalschnitt eines Internodiums von *Keratoisis melitensis* (GOLDFUSS, 1826) mit konzentrischer Wachstumsgeometrie.

Fig. 3

- a: Partial cover of a limy crust across a horny internode. Branches may radiate, as in this example, from secondary crusts.
 b: Horizontal thin section of a large internode of *Keratoisis melitensis* (GOLDFUSS, 1826) showing concen-tric growth-rings and marginal borings.
 c: Vertical thin section of an internode of *Keratoisis melitensis* (GOLDFUSS, 1826) showing concentric growth.



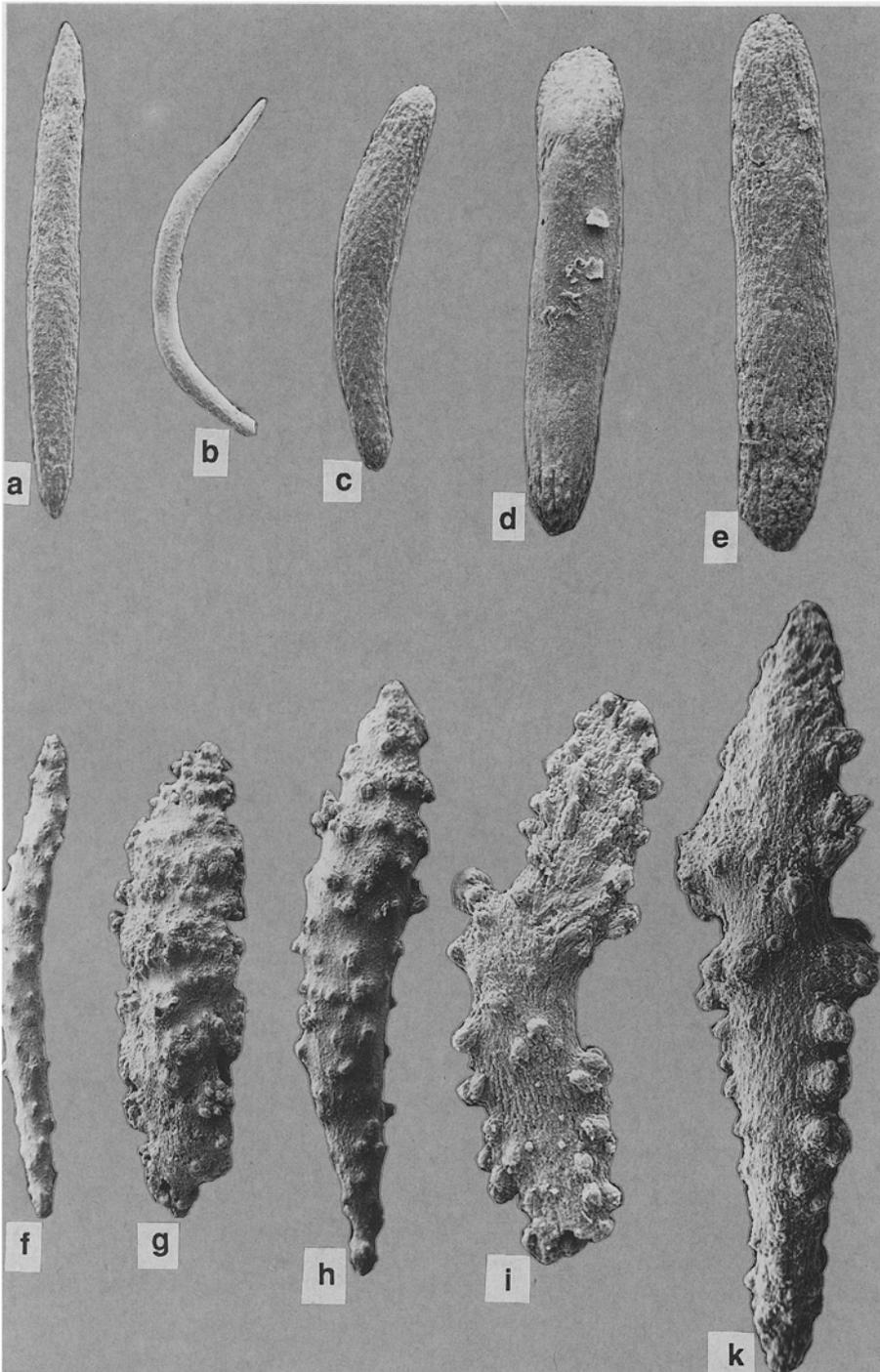


Abb. 4

a-b: Monaxiale Nadelsklerite von *Placogorgia* WRIGHT & STUDER, 1887.

c-e: Monaxiale Stabsklerite von *Keratoisis melitensis* (GOLDFUSS, 1826) mit charakteristischen Einkerbungen am stumpfen Ende.

f-k: Monaxiale Spindelsklerite aus dem Coenenchym von *Paramuricea* KÖLLIKER, 1865 mit einfachen und komplexen Tuberkeln.

Fig. 4

a-b: Straight or curved, nearly smooth monaxial needle-shaped sclerites of *Placogorgia* WRIGHT & STUDER, 1887.

c-e: Monaxial rod-like sclerites of *Keratoisis melitensis* (GOLDFUSS, 1826), blunt at both ends.

f-k: Monaxial spindle-like sclerites of *Paramuricea* KÖLLIKER, 1865 with simple and complex tubercles.

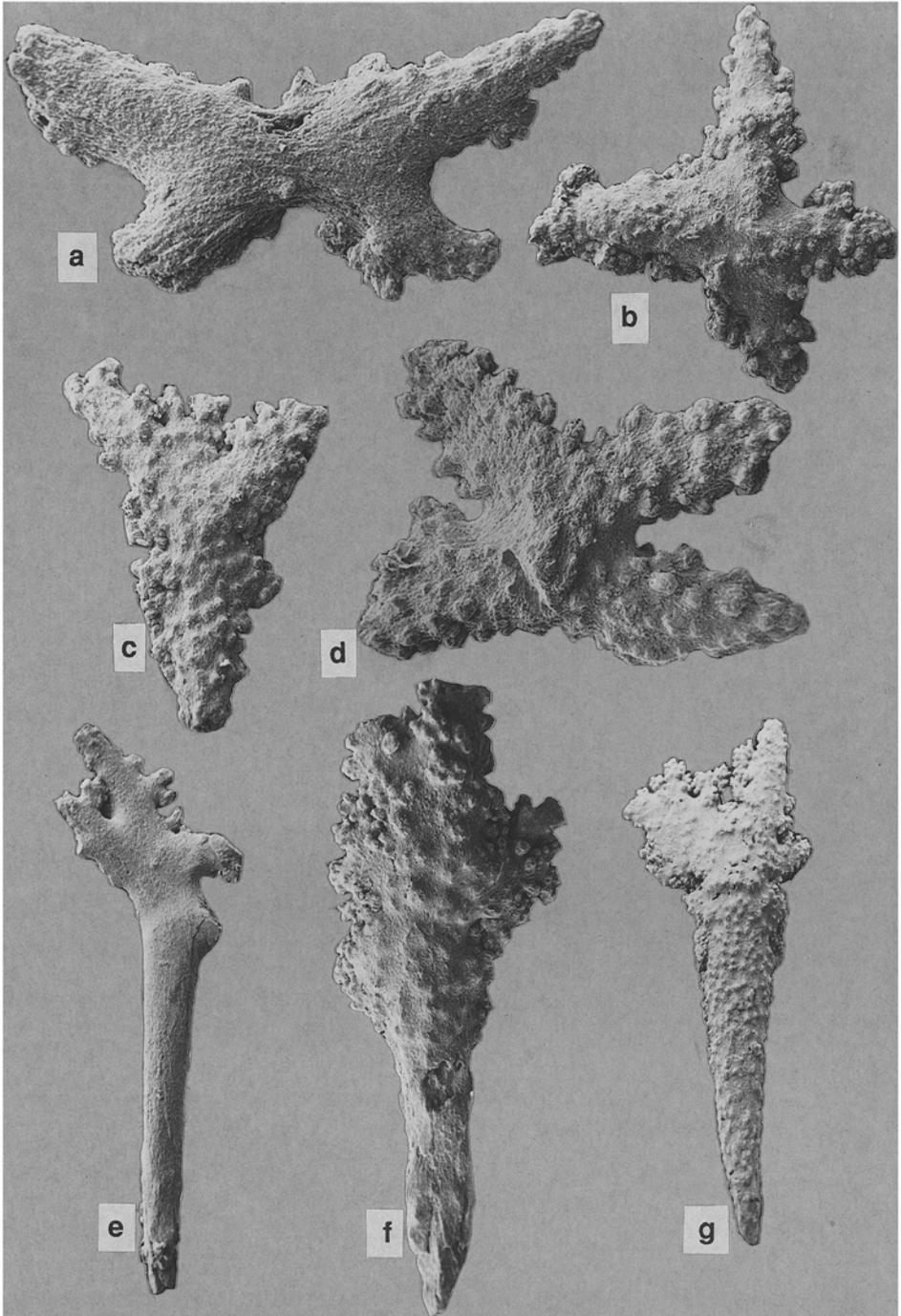


Abb. 5

a, b, d: Schmetterlingsförmige Kreuzsclerite von *Eunicella* VERRILL, 1869.
 c, f: Stachelplattensclerite von *Paramuricea* KÖLLIKER, 1865 mit Tuberkeln auf der Oberseite.
 e, g: Stachelplattensclerite von *Placogorgia* WRIGHT & STUDER, 1887.

Fig. 5

a, b, d: Stellate cross-sclerites (butterfly-shaped) of *Eunicella* VERRILL, 1869.
 c, f: Thornscale-sclerites with tubercles on the surface of *Paramuricea* KÖLLIKER, 1865.
 e, g: Thornscale-sclerites of *Placogorgia* WRIGHT & STUDER, 1887.

Literatur

- BASTER, J. (1762): *Opuscula subseciva, observationes miscellaneas de animaliculis*. – 1: 1–150, Taf. 1–16, Haarlem.
- BAYER, F. M.; GRASSHOFF, M. & VERSEVELDT, J. (1983): *Illustrated trilingual glossary of morphological and anatomical terms applied to Octocorallia*. – 75 S.; Leiden.
- BLAINVILLE, H. M. D. DE (1834): *Manuel d'actinologie ou de zoophytologie*. – 1–617, Taf. 1–91; Paris.
- CARPINE, C. & GRASSHOFF, M. (1975): *Les Gorgonaires de la Mediterranee*. – Bull. Inst. Océanographique, 71: no. 1430, 140 S., 62 Fig., Monaco.
- GERONIMO, I. DI (1979): *Il Pleistocene in facies batiale die Valle Palione (Grammichele, Catania)*. – Boll. malacologico, 15 (5/6): 85–156; Mailand.
- GOLDFUSS, G. A. (1826): *Petrefacta Germaniae*, 1 (1): 1–76, Taf. 1–7; Düsseldorf.
- GRASSHOFF, M. (1980): *Isididae aus dem Pliozän und Pleistozän von Sizilien (Cnidaria: Octocorallia)*. – *Senckenbergiana lethaea* 60 (4/6): 435–447; Frankfurt a. M.
- GRASSHOFF, M. & ZIBROWIUS, H. (1983): *Kalkkrusten auf Achsen von Hornkorallen, rezent und fossil*. – *Senckenbergiana maritima*, 15 (4/6): 11–145; Frankfurt a. M.
- KNORR, G. W. (in: WALCH, J. E. I., Hrsg.) (1771): *Die Naturgeschichte der Versteinerungen zur Erläuterung der knorr'schen Sammlung von Merkwürdigkeiten der Natur*, 3: 1–235, 84 Taf.; Nürnberg.
- LAMOUREUX, J. V. F. (1812): *Sur la classification des polypiers coralligenes non entierement pierreux*. – *Nouv. Bull. Soc. Sci.*, 3: 181–188; Paris.
- LANGER, M. R. (1985): *Geologie der Halbinsel von Milazzo (Sizilien)*. – Unveröff. Dipl.-Arb., Teil 2: 53–76; Freiburg i. Brsg.
- LIPPARINI, T., MALATESTA, A., NICOSIA, M. L. & VALDINUCCI, A. (1955): *Contributi alla conoscenza della faune Neogeniche e Quaternarie della Sicilia. V. Pliocene e Quaternario del Capo Milazzo in Sicilia*. – *Boll. Serv. Geol. d'Italia*, 77 (4/5): 579–604; Rom.
- MICHELOTTI, G. (1847): *Description des fossiles des Terraines miocenes de l'Italie septentrionale*: 1–408, Taf. 1–17; Leiden.
- MILNE-EDWARDS, H. & HAIME, J. (1857): *Histoire naturelle des coralliaires ou polypes proprement dits*. – 1: 1–326; Atlas: 1–11, Taf. A1–G2; Paris.
- PICTET, F.-J. (1857): *Traité de paléontologie*, 4: 1–768; Paris.
- RUGGIERI, G. & GRECO, A. (1965): *Studi geologici e paleontologici su Capo Milazzo con particolare riguardo al Milazziano*. – *Geologica Romana*, 4: 41–88, Abb. 1–4, 11 Taf.; Rom.
- SCHEUCHZER, J. C. (1723): *Herbarium diluvianum*. – Ed. nov.: 1–119, Taf. 1–14; Lugdunum, Batav (Vander Aa).
- SCILLA, A. (1759): *De corporibus marinis lapidescentibus quae defossa reperiuntur*, 1–72, Taf. 1–28; Rom.
- SEQUENZA, G. (1864): *Disquisizioni paleontologiche intorno ai corallarii fossili delle Rocce Terziarie del distretto di Messina*. – *Mem. reale Accad. Sci. Torino*: 399–560, Taf. 1–15; Turin.
- WRIGHT, E. P. (1869): *On a new genus of Gorgonidae from Portugal*. – *Ann. and Mag. nat. Hist.*, 3 (4): 23–26, Abb. 1–3; London.

Eingang des revidierten Manuskriptes bei der Schriftleitung am 10. 10. 1988.