

Pyritisierte Spongien-Nadeln und Radiolarien aus Oberalmer-Kalken (Malm) des Weißenbachtals SW Strobl/Wolfgangsee (Salzburg)

Von ERIK FLÜGEL, Darmstadt und HEINZ MEIXNER, Salzburg ¹⁾

(Mit 2 Tafeln)

Manuskript eingelangt am 10. Juni 1971

Einleitung

Die im mittleren Abschnitt der Nördlichen Kalkalpen verbreiteten oberjurassischen Oberalmer Schichten (Typlokalität Oberalm bei Hallein, Salzburg) sind nach den Untersuchungen von H. FLÜGEL & A. FENNINGER (1966) und GARRISON (1967) als Ablagerungen in tieferen, bathyalen Meereströgen anzusprechen. Es handelt sich um dünngebankte, tonreiche biomikritische Kalke mit häufigen Hornsteinen. Der Mikrofossilinhalt setzt sich aus Radiolarien, Schwammnadeln, Coccolithophoriden, Echinodermen-Resten sowie aus seltenen Foraminiferen und Calpionellen zusammen.

Im Gegensatz zu diesen eingehenden sedimentologischen Untersuchungen sind Studien über die in diesen Schichten in ungewöhnlicher Individuenzahl auftretenden Mikroorganismen selten, wenn man von den durch biostratigraphische Fragestellungen veranlaßten Bearbeitungen der Tintinniden (GARRISON 1967), und von Erstbestimmungen von Radiolarien durch K. PICHLER (in H. FLÜGEL & A. FENNINGER 1966: 262) absieht.

Aus diesem Grund erschien eine Typisierung von Schwamm-Nadeln und Radiolarien von Interesse, die in reicher Zahl und verschiedener Erhaltung in Proben auftreten, die uns von Herrn Ing. Klaus SCHNEIDER (Wien) vorgelegt wurden. Die Mikrofossilien sind im Handstück gut erkennbar, da sie zum Großteil in FeS₂-Erhaltung überliefert sind.

Wir sind Herrn Ing. SCHNEIDER für die Überlassung des interessanten Materials zu herzlichem Dank verpflichtet. Die Deutsche Forschungsgemeinschaft förderte die Arbeit durch Sach- und Personalbeihilfen (Projekt Fl 42/13).

Ein Teil des untersuchten Materials ist in der Geol.-Paläont. Abteilung des Naturhistorischen Museums in Wien hinterlegt.

Anschrift der Verfasser: Prof. Dr. Erik FLÜGEL, Geol.-Paläont. Institut, Technische Hochschule, D-61 Darmstadt; Prof. Dr. Heinz MEIXNER, Min.-Petrograph. Institut, Universität, A-5020 Salzburg.

Fundpunkt

Die Proben wurden in den von der Straße Strobl/St. Wolfgang — Abtenau im Bereich des Weißenbachtals SW von Strobl angeschnittenen Oberalmer Kalken entnommen (Lokalität: nördlich oberhalb der Postalm). Über die geologischen Verhältnisse dieses Gebietes unterrichtet die Arbeit von B. PLÖCHINGER (1964).

Ergebnisse

Die Proben wurden in Auflicht-Präparaten, Dünnschliffen und Säurerückständen untersucht. Zusätzlich wurden röntgenographische Untersuchungen durchgeführt (Dr. G.-F. TIETZ, Geol.-Paläont. Institut, TH Darmstadt).

Im Handstücksbereich handelt es sich um graue (5 Y 1 nach Rock-Color-Chart) ebenflächig brechende Kalke mit bankparallel eingeschalteten schwarzen Hornsteinen, deren Unterseiten in charakteristischer Weise flach entwickelt sind. Auf den Bank-Oberflächen sind zahlreiche, weitgehend parallel angeordnete aus Pyrit bestehende Spongien-Nadeln sowie kugel- und mützenförmige Radiolarien-Gehäuse zu beobachten.

Nachfolgend wird eine Übersicht über den Typen-Bestand der Schwamm-Nadeln und der Radiolarien gegeben. Die Zusammenstellung stützt sich einerseits auf die in Säurerückständen (HCl, Essigsäure) festgestellten und aus Pyrit oder aus SiO₂ bestehenden Organismenreste und andererseits auf die bei 60facher Vergrößerung im Gestein erkennbaren Mikrofossilien. Ergänzende Beobachtungen waren durch Gesteinsanschliffe möglich.

Über die enorme Häufigkeit der Organismenreste geben die mit Hilfe von Bromäthan durch Schweretrennung quantitativ angereicherten pyritisierten Biogene bessere Auskunft als die mit Hand ausgesuchten noch aus SiO₂ bestehenden Mikrofossilien: In einer Gesteinsprobe von 150 g konnten, wie Streupräparate zeigen, über 40.000 pyritisierte Biogene festgestellt werden. Hiervon dürften etwa 60% zu den Spongien gehören, wobei allerdings ein hoher Prozentsatz an zerbrochenen und unvollständigen Nadeln zu beobachten ist.

Typisierung der Spongien-Nadeln

Die Unterscheidung der Spiculae erfolgte in üblicher Weise nach der Zahl und Stellung der Achsen sowie nach der Zahl der Nadelenden (Strahlen). Die terminologische Klassifikation der Schwammnadeln geht im wesentlichen auf RAUFF (1893), O'CONNELL (1919) und POKORNY (1958) zurück. Die nachfolgend verwendeten Termini schließen sich dem von BUTLER (1961) vorgeschlagenen morphologischen Schema an.

Die untersuchten Proben sind ausgesprochen reich an Schwammnadeln, die in verschiedener Erhaltung (Opal und Pyrit) vorliegen. Bereits im Handstück fallen neben zahlreichen pyritisierten Radiolarien häufige stylose Monaxone auf, deren einachsige gerade Elemente als Style entwickelt sind. Die meisten Spiculae sind zerbrochen, wobei die Bruchstücke nur geringfügig gegeneinander verschoben sind. Auffallend ist eine deutliche Parallelregelung

der Schwammnadeln auf den Schichtoberflächen; etwa 80% der auf den Handstücken sichtbaren Spiculae zeigen diese wohl als synsedimentäre Einregelung zu deutende Anordnung.

Ein Vergleich der Nadel-Typen aus angewitterten Kalkproben und aus Säureproben zeigt, daß die im Säurerückstand erkennbare morphologische Vielfalt im Handstückbereich nicht nachweisbar ist.

Aus dem Säurerückstand (HCl-Lösung) konnten folgende Form-Typen gewonnen werden:

I. Monaxone: Einachsige, gerade oder schwach gebogene Elemente.

(A) Stylose Monaxone: Nadelenden verschieden entwickelt. Alle hierher zu stellenden Nadeln sind als Stylen ausgebildet, bei welchen ein Ende gerundet und das andere Ende zugespitzt ist. Die Breite dieser Spiculae schwankt innerhalb einer Nadel zwischen maximal 90μ und minimal etwa 30μ ; die Breite im Bereich der Nadelmittle beträgt durchschnittlich 60μ . Die Länge der Nadeln liegt zwischen 300 und 1000μ , wobei ein deutliches Häufigkeitsmaximum bei 500— 600μ gegeben ist. Die Oberfläche der Spiculae ist glatt.

(B) Klostose Monaxone: Nadelenden ähnlich ausgebildet. Gestalt einfach spindelartig bzw. modifiziert.

Etwa in gleicher Häufigkeit wie der vorhin beschriebene Typus treten gerade, auffallend schmale und an beiden Enden abgerundete Nadeln auf, welche der Gruppe I der klostosen Monaxone und darin dem Typus der Strogylkloster zuzuordnen sind. Die Breite dieser Spiculae beträgt durchschnittlich 20— 30μ , die Länge erreicht maximal 750μ . Die Oberfläche ist glatt.

Tetraxone: Vier nicht in einer Ebene liegende Strahlen, welche von einem gemeinsamen Zentrum ausgehen.

(A) Regelmäßige Tetraxone: Die hierher zu stellenden Calthrophe bestehen aus vier etwa gleich langen Strahlen, deren Enden deutlich zugespitzt sind. Die Länge der Strahlen liegt etwa bei 500μ . Dieser Typus ist relativ selten.

(B) Unregelmäßige Tetraxone: Dieser durch die Ausbildung eines stark verlängerten Strahles (Rhabdom) und durch die Entwicklung von zwei oder mehreren kurzen Strahlen (Cladom) charakterisierte Typus liegt in Form von Tetraenen (Cladom aus 4 Cladi) und Triaenen (Cladom aus 3 Cladi) vor. Unter den Tetraenen ist der Typus der Plagiotriaenen relativ häufig. Das Cladom besteht hier aus vier relativ dicken Cladi; das in gleicher Weise wie die Cladi zugespitzte Rhabdom steht senkrecht auf dem Cladom. Die Gesamtlänge der Spiculae beträgt 400— 500μ , die Breite des Rhabdoms etwa 60μ .

Die Triaene sind durch Dichotriaene vertreten. Hierbei zeigen die drei Cladi eine deutliche dichotome Aufspaltung der Strahlenenden. Der Gesamtdurchmesser dieser Formen liegt bei 600μ .

III. Triactine: Drei nicht in einer Ebene liegende Strahlen, welche von einem gemeinsamen Zentrum ausgehen.

(A) Regelmäßige Triactine: Drei etwa 90μ lange Strahlen werden durch einen Winkel von etwa 120° getrennt.

Die hierher gehörenden seltenen Spiculae bilden die Seitenbegrenzung einer regelmäßigen Pyramide. Die Länge der Strahlen ist bei den wenigen vorliegenden Exemplaren etwa gleich (90—100 μ). Von Interesse ist die nur bei diesem Typus zu beobachtende Bestachelung der Oberfläche (Acanthotriactine).

(B) Unregelmäßige Triactine: Zwei kurze paarweise angeordnete Strahlen und ein längerer Strahl.

In unserem Material treten häufig Triactine auf, die aus Y-förmig angeordneten Strahlen bestehen. Die Länge der kürzeren Strahlen liegt zwischen 400 und 500 μ , die des längeren Strahles bei 600—700 μ . Die Strahlenbreite beträgt im Durchschnitt 100—120 μ .

IV. Triaxone: Hexactinellide Spiculae wurden nur selten beobachtet. Hierbei tritt lediglich der durch vier in einer Ebene liegende Strahlen und zwei sich schneidenden Achsen gekennzeichnete orthotetractine Typ auf. Die derart entstehenden Stauractine bestehen aus etwa 400 μ langen und 30 μ breiten deutlich zugespitzten Strahlen.

V. Desmone: Die durch unregelmäßige Gestalt und wurzelähnliches Aussehen leicht erkennbaren Nadeln der Lithistida sind in unserem Material als Monocrepide und Tetracrepide (Breite der Strahlen etwa 80 μ) vertreten. Im Vergleich mit anderen Typen sind Desmone selten.

Betrachtet man die relative Häufigkeit der Hauptgruppen, so ergibt sich bei 100 Exemplaren folgende prozentuelle Verteilung:

Monaxone	35%
Tetraxone	30%
Triactine	25%
Triaxone + Desmone	10%

Bei einem Vergleich mit Schwammnadel-Assoziationen aus dem süddeutschen Ober-Jura (O. F. GEYER 1955, 1958, 1962; REIF 1967) fällt auf, daß in unserem Material bei einer grundsätzlich ähnlichen Zusammensetzung der Fauna bestachelte Typen und querverringelte Spiculae nahezu vollkommen fehlen.

Typisierung der Radiolarien: Unter Berücksichtigung der von CAMPBELL (1954) vorgeschlagenen Klassifikation verteilen sich die bestimm- baren Radiolarien zu etwa 80% auf die Unterordnung Spumellina, zu etwa 20% auf die Unterordnung Nasselina. Es konnten folgende Gattungen festgestellt werden:

(1) Spumellina:

Acanthosphaera EHRENBERG. — Liosphaericae, Astrosphaeridae. Kugel- förmige Einzelschale mit gleich großen Poren und nicht verzweigten Radial- dornen. Schalen- \varnothing 120 μ , Poren- \varnothing 10 μ . Selten.

Cenosphaera EHRENBERG. — Liosphaericae, Lioaspheridae. Kugelförmige einfache Gitterschalen mit kreisförmigen, relativ regelmäßigen Poren. Kugel- \varnothing

zwischen 80 und 145 μ , Poren- \varnothing dementsprechend zwischen 3,5 und 6 μ . Mehrere Arten. Häufig.

Ellipsoziphus DUNIKOWSKI. — Ellipsidiaceae, Ellipsidiidae. Einfache elliptische Gitterschalen mit 2 polaren, einander gegenüberliegenden Dornen. Poren ungleich groß. Gehäuse-Breite 145 μ , Poren- \varnothing zwischen 7 und 9 μ . Nicht selten.

Liosphaera HAECKEL. — Liosphaeraceae, Liosphaeridae. Kugelförmige Doppelschalen mit gleichgroßen Poren in beiden Schalen [entsprechend *Liosphaera* (*Liosphaera*)], Verbindung der Schalen durch Radialbalken. Gehäuse- \varnothing zwischen 100 und 160 μ , Poren- \varnothing zwischen 6 und 10 μ . Häufig.

Lithotractus HAECKEL. — Ellipsidiaceae, Druppulidae. Kugelförmige Doppelschale mit einander ähnlichen polaren Dornen und zahlreichen gleichartigen Poren. Schalen- \varnothing 60 μ , Länge der Dornen 17 μ , Poren- \varnothing 4 μ . Selten.

(2) Nasselina:

Cyrtocalpis HAECKEL. — Archipiliidae, Archicorythidae. Gehäuse eiförmig; mit einfacher Gitterschale, die durch mindestens 10 deutliche Längsrippen unterteilt wird, zwischen denen gleich große Poren liegen. Apikalseite ohne dornenförmigen Fortsatz, Mündung schwach eingezogen. Größte Gehäuse-Breite 110 μ , Gehäuse-Höhe 120 μ , Durchmesser der Mündung 35 μ , Poren- \varnothing 6–8 μ . Die Form entspricht weitgehend der von I. HEITZER (1930: 391, Taf. 28, Fig. 28a, b) als *Cyrtocalpis multicosata* beschriebenen Art. Nicht selten.

Dictyomitra ZITTEL. — Triacartilae, Stichocorythidae. Kegelförmige, eingeschnürte Schale mit Längsrippen und Furchen. Ohne Apikalfortsatz. Große offene Mündung. Gehäuse-Höhe 260 μ , Gehäuse-Breite bis 120 μ . Nicht selten.

Lithocampe EHRENBERG. — Triacartilae, Stichocorythidae. Spindelförmige Gehäuse mit eingeschnürter Mündungsregion. 6–8 Segmente. Gehäuse-Höhe bis 145 μ , Gehäuse-Breite bis 100 μ . Nicht selten.

Bei einem Vergleich mit der von HEITZER (1930) aus dem Dogger des Sonnwendgebirges beschriebenen Fauna fällt auf, daß die Prozentsätze von Spumellina und Nasselina vertauscht sind. Altersdatierungen mit Hilfe der Cyrtoiden-Häufigkeit sind an unserem Material nicht möglich.

Bemerkungen zur Erhaltung der Fossilien

Die primär aus amorpher SiO_2 (Opal) bestehenden Schwamm-Nadeln sowie die Radiolarien sind teilweise als Pyrit und teilweise in der ursprünglichen Substanz erhalten. HÖLLER & WALITZI (1965) haben festgestellt, daß die Skelettsubstanz der Spongien und Radiolarien ersetzende FeS_2 in Proben aus den Oberalmer Schichten der Typlokalität überwiegend aus Markasit besteht.

Röntgen-Diffraktometer-Aufnahmen (Cu-K-Strahlung) zeigen ausschließlich Pyrit, wobei die Intensitäten sowohl bei Aufnahmen der quantitativ angeereicherten, aus FeS_2 bestehenden Biogene als auch bei Aufnahmen von mit Quarz versetzten Biogenen eindeutig sind. Die im Anschluß zu beobachtende Anisotropie des Erzes würde jedoch auf die Existenz von Markasit hinweisen.

In Dünnschliffen ist zu erkennen, daß der Pyrit als geopetale Füllung von Radiolarien-Gehäusen, meist von Spumellarien, auftritt (vergleiche auch HONJO, FISCHER & GARRISON 1965). Dieses Interngefüge weist darauf hin, daß zumindestens ein Teil des FeS_2 frühdiagenetisch gebildet wurde, wobei eine Mitwirkung von Schwefelbakterien nicht auszuschließen ist (FABRICIUS 1961, HALLBERG 1965, LOVE & AMSTUTZ 1966). In die gleiche Richtung weist die von H. FLÜGEL & A. FENNINGER (1966) gegebene Deutung für die Eisensulfide der Oberalmer Schichten als pH-Wert abhängige Bildungen im Grenzbereich von negativem und positivem Redoxpotential (hierzu auch ROSENTHAL 1956).

Die gute Erhaltung der Achsenkanäle in den Schwamm-Nadeln zeigt, daß die Pyritisierungen ohne Unterbrechung vor sich ging. Die Einregelung der Spiculae weist auf die Existenz von schwachen Strömungen. Die Umsetzung der Nadeln dürfte demnach unmittelbar an oder unter der Sedimentoberfläche erfolgt sein, wo durch wechselnde pH-Bedingungen die Voraussetzungen für eine nur teilweise Umwandlung der primär aus SiO_2 bestehenden Organismenreste gegeben sind — etwa wie dies KAPLAN et al. (1963) aus dem rezenten Meeresgebiet vor Kalifornien beschrieben haben.

Zusammenfassung

Aus hornsteinführenden Oberalmer Kalken (Tithon) SW von Strobl am Wolfgangsee (Salzburg) wird eine überwiegend aus Monaxonen, Tetraxonen und Triactinen zusammengesetzte Schwammnadel-Assoziation sowie eine größtenteils aus Spumellina bestehende, nach Gattungen bestimmbare Radiolarien-Fauna beschrieben und Fragen der Fossilisation (FeS_2 -Erhaltung) auf Grund von Anschliff- und Dünnschliffbeobachtungen sowie nach röntgenographischen Untersuchungen diskutiert.

Abstract

Partly pyritized sponge spicules and radiolaria are described from the Upper Jurassic Oberalmer Kalk of the Wolfgang-See area (Salzburg). The sponge spiculae association consists of stylose and klostose monaxons, regular and irregular tetraxons, regular and irregular triacts, together with a few triaxons and desmas. The radiolaria fauna shows approximately 80% Spumellina with abundant *Cenosphaera* and *Liosphaera*, and Nasselina with common *Cyrtocalpis* and *Dictyomitra*. Pyrite seems to be have formed during early stages of diagenesis in an environment with local changing pH-and Eh conditions.

Literatur

- BERNER, R. A. (1969): The Synthesis of Framboidal Pyrite. — Econ. Geol., 64, 283—334, Lancaster.
- BUTLER, Ph. E. (1961): Morphologic Classification of Sponge Spicules, with Descriptions of Siliceous Spicules from the Lower Ordovician Bellefonte Dolomite in Central Pennsylvania. — J. Paleont., 35, 1, 191—200, Taf. 39, 7 Abb., Menasha,.
- CAMPBELL, A. S. (1954): Radiolaria. — In: R. C. MOORE: Treatise on Invertebrate Paleontology, part D, D 11 — D 163, Abb. 6—86, Lawrence.

- FABRICIUS, F. (1961): Die Strukturen des „Rogenpyrits“ (Kössener Schichten, Rät) als Beitrag zum Problem der „Verzerten Bakterien“. — Geol. Rundschau, **51**, 647—657, Stuttgart.
- FLÜGEL, H. & FENNINGER, A. (1966): Die Lithogenese der Oberalmer Schichten und der mikritischen Plassen-Kalke (Tithonium, Nördliche Kalkalpen). — N. Jb. Geol. Paläont., Abh., **123**, 3, 249—280, Taf. 28—31, 10 Abb., 2 Tab., Stuttgart.
- GARRISON, R. E. (1967): Pelagic limestones of the Oberalm beds (Upper Jurassic — Lower Cretaceous), Austrian Alps. — Bull. Canadian Petrol. Geol., **15**, 21—49, Calgary.
- GEYER, O. F. (1955): Über queringelgte Spiculae (Silicispongia) aus dem schwäbischen Malm. — N. Jb. Geol. Paläont., Mh., **1955**, 391—395, 2 Abb., 1 Tab., Stuttgart.
- (1958): Über Schwammnadeln aus dem Weißen Jura von Würgau (Oberfranken). — Ber. Naturforsch. Ges. Bamberg, **36**, 9—14, 3 Abb., Bamberg.
- (1962): Weitere Schwammnadeln aus dem Weißen Jura von Würgau (Oberfranken). — Ber. Naturforsch. Ges. Bamberg, **38**, 58—62, 2 Abb., Bamberg.
- HALLBERG, R. (1965): Notes on biosynthesis of pyrite. — Stockholm Contrib. Geol., **13**, 4, 35—37, 5 Taf., Stockholm.
- HEITZER, I. (1930): Die Radiolarienfauna der mitteljurassischen Kieselmergel im Sonnwendgebirge. — Jb. geol. Bundesanst., **80**, 3/4, 381—406, Taf. 27—29, Wien.
- HÖLLER, H. & WALITZI, E. M. (1965): Mineralogische Untersuchungen an den Oberalmer Schichten und an den mikritischen Plassen-Kalken, Nördliche Kalkalpen. — N. Jb. Geol. Paläont., Mh., **1965**, 9, 552—555, Stuttgart.
- HONJO, S., FISCHER, A. G. & GARRISON, R. E. (1965): Geopetal Pyrite in fine-grained limestones. — J. Sed. Petrol., **35**, 2, 480—488, 6 Abb., Tulsa.
- KAPLAN, I. R., EMERY, K. O. & RITTENBERG, S. C. (1963): The Distribution and Isotopic Abundance of Sulphur in Recent Marine Sediments off Southern California. — Geochim. Cosmochim. Acta, **27**, 297—331, New York — London.
- LOVE, L. G. & AMSTUTZ, G. C. (1966): Review of Microscopic Pyrite. — Fortschr. Min., **43**, 2, 273—309, Taf. 1—7, 17 Abb., 2 Tab., Stuttgart.
- O'CONNELL, M. (1919): The Schrammen Collection of Cretaceous Silicispongiae in the American Museum of Natural History. — Bull. Amer. Mus. Nat. Hist., **41**, 1—261, Taf. 1—14, 5 Abb., New York.
- PLÖCHINGER, B. (1962): Die geologischen Verhältnisse der Umgebung von Strobl am Wolfgangsee. — 10 S., 6 Abb., Strobl.
- POKORNY, V. (1958): Grundzüge der zoologischen Mikropaläontologie. Band II. — 453 S., Abb. 550—1077, Berlin (Deutscher Verlag der Wissenschaften).
- RAUFF, H. (1893): Palaeospongiologie. Erster und allgemeiner Teil. — Palaeontographica, **40**, 1—232, 48 Abb., Stuttgart.
- REIF, W.-E. (1967): Schwammspicula aus dem Weißen Jura Zeta von Nattheim (Schwäb. Alp). — Palaeontographica, A, **127**, 85—102, Taf. 12—15, Stuttgart.
- ROSENTHAL, G. (1956): Versuch zur Darstellung von Markasit, Pyrit und Magnetkies aus wässrigen Lösungen bei Zimmertemperatur. — Beitr. Min. Petrographie Heidelberg, **5**, 146—164, Heidelberg.

Tafelerklärungen

Tafel 1

- Fig. 1. Schwamm-Nadeln und Radiolarien im Oberalmer-Kalk des Weißenbach-Tales, Salzburg. Schwamm-Nadeln: Längs- und Querschnitte von klostosen Monaxonen; Radiolarien: Spumellina (u. a. *Cenosphaera*) und Nasselina (*Dictyomitra*, links im Bild). Anschliff-Präparat. $\times 100$. phot. Dr. W. LUKAS, Salzburg.
- Fig. 2. *Liosphaera* sp. Anschliff-Präparat. $\times 330$.
- Fig. 3. *Tetracrepides* Desmon. Anschliff-Präparat. $\times 78$.
- Fig. 4. Streupräparat mit monaxonen und tetraxonen Spongien-Nadeln und mit Spumellina und Nasselina. $\times 25$.

Tafel 2

- Fig. 1. Rechts Polyaxon (Oxyaster), links Spumellina. Pyritisierter Lösungsrückstand. $\times 130$.
- Fig. 2. Links Triaxon (isomekactinales Orthohexactin), rechts abgebrochenes Monaxon. $\times 120$.
- Fig. 3. Radiolarie, *Cyrtocalpis* cf. *Cyrtocalpis multicostata* HEITZER. $\times 100$.
- Fig. 4. Oben Schwamm-Nadeln (styloses Monaxon), unten Radiolarie (*Lithocampe* sp.). $\times 100$.
- Fig. 5. Schwamm-Nadeln (regelmäßiges Triactin). $\times 165$.
- Fig. 6. Radiolarie mit Doppelschale (*Liosphaera* sp.). $\times 300$.
- Fig. 7. Radiolarien, links Spumellina-Form, rechts *Lithocampe* sp. $\times 110$.
- Fig. 8. *Liosphaera* sp. $\times 165$.
- Fig. 9. Abgebrochenes klostoses Monaxon. $\times 360$.
- Fig. 10. Monaxon, entwickelt als Cricamphityl (vergleiche O. F. GEYER 1955!). $\times 100$.
- Fig. 11. Bruchstück, klostoses Monaxon. $\times 240$.
- Bei allen Aufnahmen dieser Tafel handelt es sich um pyritisierte Biogene, die mit HCl aus dem Kalk gelöst und in Araldit eingebettet wurden.



