Über die lithogenetische Bedeutung von Coccolithen in Malmkalken des Flachwasserbereiches

Autor(en): **Flügel, Erik / Franz, Helmut E.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **60 (1967)**

Heft 1

PDF erstellt am: **27.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-163480

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

ECLOGAE GEOLOGICAE HELVETIAE

Vol. 60, N° 1 — 1967

Über die lithogenetische Bedeutung von Coccolithen in Malmkalken des Flachwasserbereiches

Von ERIK FLÜGEL und HELMUT E. FRANZ (Darmstadt)[1])

Mit 1 Textfigur, 3 Tabellen im Text und 4 Tafeln (I–IV)

ZUSAMMENFASSUNG

Elektronenoptische Untersuchungen an mikritischen Malmkalken von Mellikon und Olten (Aargauer Jura), Urach (Schwäbische Alb) und Ernstbrunn (Niederösterreichische Klippenzone) zeigen, dass Coccolithen und Coccosphären vom Typ *Tergestiella barnesae* (BLACK) und *Watznaueria angustoralis* REINHARDT in diesen Flachwasserkalken relativ häufig sind. Coccolithen sollten nicht als Faziesindikatoren für Sedimente von bathymetrisch tieferen Bereichen verwendet werden, sofern nicht zusätzliche palökologische Daten zur Verfügung stehen.

ABSTRACT

Electron microscope studies of shallow-water micrites from the Upper Jurassic reveal well preserved coccolithes and coccospheres showing the coccolithes not to be good bathymetrical markers.

INHALT

Einleitung 1
Ökologie der rezenten Coccolithineen 2
Coccolithen in rezenten Sedimenten 3
Coccolithen in Kalken 5
Beschreibung von coccolithenführenden Malmkalken 5
Säurerückstand 6
Dünnschliffe 6
Elektronenoptische Untersuchungen 7
Beschreibung der Coccolithineen 10
Beschreibung 10
Bestimmung 12
Coccolithen als Faziesindikatoren 14

1. Einleitung

Die gesteinsbildende Bedeutung der Coccolithineen ist seit den Arbeiten von SORBY (1861) und GÜMBEL (1870) bekannt. Zuletzt hat sich BRAMLETTE (1958) eingehender

[1]) Anschrift der Verfasser: Prof. Dr. ERIK FLÜGEL, cand. geol. HELMUT E. FRANZ-ONNER, Geologisch-Paläontologisches Institut, Technische Hochschule Darmstadt (Deutschland).

mit dieser Frage befasst und darauf hingewiesen, dass sehr feinkörnige Kalke unter Umständen als fossiler Coccolithenschlamm gedeutet werden können.

Trotz der zunehmenden Bedeutung des Nannoplanktons für die zeitliche Gliederung der Sedimente ist die Rolle der Coccolithineen bei der Gesteinsbildung nur ungenügend untersucht. Die meisten diesbezüglichen Angaben stützen sich auf Beobachtungen an Coccolithen der Schreibkreide oder fussen auf Vergleichen mit rezenten Sedimentationsverhältnissen.

Elektronenoptische Untersuchungen haben gezeigt, dass den Coccolithineen bei der Bildung von Feinschlammkalken eine nicht unwesentliche Rolle zukommt (HONJO und FISCHER 1964, FARINACCI 1964, E. FLÜGEL 1967). Einzelne Autoren, wie z. B. STEINMANN (1925) und H. FLÜGEL und A. FENNINGER (1966), versuchen das Auftreten von Coccolithen in Kalken – im Vergleich mit rezenten Verhältnissen – für Angaben über den Ablagerungsraum heranzuziehen, wobei die Sedimente meist in das Bathyal eingestuft werden.

Die Entdeckung von Coccolithen in den Lagunenbildungen der Solnhofener Plattenkalke (E. FLÜGEL und H. E. FRANZ 1967) war Anlass zur Überprüfung der Frage, welche lithogenetische Bedeutung dem Nannoplankton auch in Flachwasserkalken zukommt. Die im Rahmen dieser Arbeit untersuchten Proben stammen aus Malmkalken, die auf Grund von palökologischen Merkmalen als Flachwassersedimente (Litoral und Sublitoral) aufzufassen sind.

Die Untersuchungen wurden in dankenswerter Weise von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (Schwerpunktprogramm Sedimentforschung) unterstützt. Die elektronenoptischen Aufnahmen konnten im Elektronenmikroskopischen Zentrallaboratorium der Universität Zürich (Leiter: Dr. A. VOGEL) hergestellt werden. Herrn Dr. E. GRIESHABER sind wir für seinen Rat hinsichtlich Fragen der Präparationstechnik sehr zu Dank verbunden.

Ökologie der rezenten Coccolithineen

Zum Verständnis der Diskussion über den Ablagerungsraum von coccolithenführenden Kalken ist ein Hinweis auf den Lebensbereich rezenter Coccolithineen erforderlich:

Die Coccolithineen sind Kalkflagellaten, die nach KAMPTNER (1958) zur Gruppe der Chrysomonadales, nach ROUND (1966) zu den Prymnesiales gestellt werden.

Es handelt sich um im wesentlichen marine, planktonisch lebende Organismen, die weitgehend von den die Photosynthese ermöglichenden Faktoren abhängig sind. Die Coccolithineen treten in ungeheurer Individuenzahl in allen rezenten Meeren auf. Ihre Verteilung wird von folgenden Faktoren kontrolliert:

Für eine optimale Entwicklung ist nach BERNARD und LECAL-SCHLAUDER (1953) gut durchlichtetes und suspensionsarmes Wasser erforderlich. Diese beiden Faktoren bestimmen die Tiefenverbreitung, die nach BLACK (1965) in den Tropen bei 50 m, in den gemässigten Breiten bei 10–20 m liegt. Die Angaben über die Bathymetrie schwanken jedoch stark, es werden auch Extremwerte zwischen 25 und 1000 und mehr Metern genannt (NOËL 1965).

Von Interesse sind Beobachtungen über das Vorkommen von Coccolithineen in Küstennähe: Bereits GÜMBEL (1870, S. 763) hat darauf aufmerksam gemacht, dass in

nahezu allen untersuchten Proben aus dem Litoral gemeinsam mit kennzeichnenden Organismen des Flachwassers auch Coccolithen beobachtet werden können. Nach KAMPTNER (1954, S. 74) sind Coccolithen im allgemeinen nicht für bestimmte Wassertiefen oder für bestimmte Entfernungen von der Küste bezeichnend; gleiche Formen finden sich sowohl im Nannoplankton der Hochsee als auch in den Küstengewässern. Die Untersuchungen KAMPTNERS an der Adriaküste haben gezeigt, dass ausgesprochen neritische Formen zu fehlen scheinen. Allerdings wird von einzelnen Autoren betont, dass Flachwasserformen und Bewohner des Litorals durch kleinere und zarter gebaute Coccolithen charakterisiert sind (HAY 1965, S. 3). Als wesentlich für fazielle Interpretationen muss festgehalten werden, dass Coccolithineen auch im unmittelbaren Küstengebiet und in Küstenbuchten, wie z. B. im Hafen von Algier, in reicher Zahl auftreten (BERNARD und LECAL-SCHLAUDER 1953, S. 13; SERIOVA 1962, Golf von Aden).

Da die Coccolithineen Abweichungen vom durchschnittlichen Salinitätsgrad nur schwer tolerieren, sinkt in Gebieten mit hohem Salzgehalt die Individuenzahl, oder es entwickelt sich eine speziell angepasste, artenarme Flora (BERNARD 1957).

Ein wichtiger Faktor für die Verbreitung der Coccolithineen ist die Wassertemperatur: Nach NOËL (1965) ist eine Temperatur zwischen 5 und 25 °C erforderlich. COHEN (1964, S. 235) hat auf die Existenz von Kalt- und Warmwasserformen hingewiesen. MCINTYRE und BÉ (1966) machen auf die Existenz von 5 temperaturbedingten Artenvergesellschaftungen im Atlantik aufmerksam.

Coccolithen in rezenten Sedimenten

Im Zusammenhang mit der Reproduktion werden Teile des Coccolithineen-Gehäuses abgeworfen (ANDREE 1920, WILBUR und WATABE 1963), weitere Gehäuse sinken nach dem Tod der Zelle zu Boden. Die nicht gelösten kalzitischen Coccolithen werden verfrachtet oder ± autochthon sedimentiert. Mit einer weitreichenden Verfrachtung ist nicht nur bei rezenten Coccolithen zu rechnen (COHEN 1964). BRAMLETTE (1958) hat auf die rasche Löslichkeit der Coccolithen aufmerksam gemacht; danach sollen im rezenten Tiefseeschlamm nur etwa 10 % der zu Boden gesunkenen Gehäuse erhalten bleiben.

Bedingt durch die weite Verbreitung der Gruppe sind Coccolithen sowohl in tieferen Meeresteilen (bis etwa 4000 m) als auch in Flachwasserbereichen anzutreffen: Nach TUREKIAN (1965, S. 87) dürfte das meiste karbonatische Sediment der Tiefsee mit Korngrössen unter 30 μ auf Coccolithen-Detritus zurückzuführen sein. CORRENS (1939, S. 376) gibt für Tiefseeproben aus dem nördlichen Atlantik folgende Werte an: bei Korngrössen zwischen 2 und 10 μ bis 74 % Coccolithen, bei Korngrössen unter 2 μ bis 15,6 % Coccolithen. Eine Zusammenstellung über die Bedeutung der Coccolithen für die Karbonatanlieferung in der Tiefsee findet sich bei RIEDEL (1963).

Weitaus spärlicher sind Hinweise auf die Rolle der Coccolithen bei der Sedimentation in Flachmeergebieten:

ANDREE (1920, S. 285) bezweifelt das Vorkommen von Coccolithensedimenten als Unterlage moderner Flachseeriffe im westlichen Indischen Ozean, wie dies von VOELTZKOW (1901) beschrieben wurde. Im Bereich von Plattformkarbonaten werden

Coccolithen meist nur aus bathymetrisch tieferen Teilen beschrieben, so z. B. von CLOUD (1965, S. 27) aus Sedimenten der Strasse von Florida oder von ROSTOCKER und CORNISH (1964) aus der «Tongue of the Ocean» im Gebiet der Bahamas. NEUMANN (1965, S. 1016) konnte in elektronenoptischen Aufnahmen von rezentem Kalkschlamm einer seichten Lagune aus dem Gebiet der Bermuda-Inseln nur wenige, verstreute Coccolithen feststellen.

Diese Daten zeigen jedoch, dass Coccolithen in unmittelbarer Nachbarschaft rezenter Flachmeergebiete sedimentiert werden können. In der Strasse von Florida sind Coccolithen mit Aragonitnadeln vergesellschaftet, die von den Bänken her eingeschwemmt werden.

Wie auch die Untersuchung fossiler Nannofloren zeigt, treten im Sediment vollständig erhaltene Coccosphären zugunsten von Coccolithen und Coccolithenbruchstücken stark in den Hintergrund. Nach ANDREE (1920, S. 288) finden sich im rezenten Globigerinenschlamm die meisten Coccosphären in Tiefen zwischen 1200 und 3500 m. Die Coccosphären sollen Hinweise für rasche Sedimentation in Küstennähe darstellen. Bei einer derartigen Deutung muss jedoch in Betracht gezogen werden, dass die Coccosphären verschiedener Coccolithineen sehr leicht gebaut sind und sehr wahrscheinlich bereits am Beginn der Fossilisation zerfallen.

Tab. 1 Elektronenoptisch untersuchte coccolithenführende Kalke.

Autor	Stratigraphie	Lokalität	Ablagerungsbereich
GRUNAU und STUDER (1956), GRUNAU (1959)	Biancone (Tithon-Berriasien)	Südalpen	Bathyal
HONJO und FISCHER (1964), (1965)	Oberalmer Kalk (Tithon)	Nordalpen	Bathyal
	Flyschkalk (Paläozän)	Spanien	?
FARINACCI (1964)	Majolica (Tithon-Unterkreide)	Apennin	Bathyal
	Scaglia (Cenoman-Eozän)	Apennin	Bathyal
H. FLÜGEL und A. FENNINGER (1966)	Oberalmer Kalk (Tithon)	Nordalpen	Bathyal
H. FLÜGEL und E. M. WALITZI (1966)	Oberer Steinmühl-Kalk (Malm)	Nordalpen	Bathyal
GARRISON (1966)	Laytonville limestone, Calera limestone (Kreide)	Kalifornien	Bathyal
E. FLÜGEL (1967), E. FLÜGEL und H. E. FRANZ (1967) . .	Solnhofener Kalk (Tithon)	Fränkische Alb	Litoral
	Neritischer Calpionellenkalk (Tithon)	Französische Alpen	Sublitoral
	Pelagischer Calpionellenkalk (Tithon)	Französische Alpen	Bathyal

Coccolithen in Kalken

Unsere Kenntnis der fossilen Coccolithineen stützt sich fast ausschliesslich auf ausgeschlämmtes Material aus Mergeln und Mergelkalken. Nur wenige Autoren wie STEINMANN (1925), COLOM (1952) und BRAMLETTE (1958) haben Coccolithen mit Hilfe von Dünnschliffen aus festen Kalken beschrieben (Nannoconiden sind hier nicht näher berücksichtigt, vgl. BALDINE-BEKE 1965). Erst die im Zusammenhang mit sedimentologischen Fragen durchgeführten elektronenoptischen Untersuchungen erbrachten weitere Hinweise auf die Häufigkeit und Art der Coccolithineen in mikritischen Kalken. Tab. 1 gibt einen Überblick über die bisherigen Arbeiten.

Demnach handelt es sich bei den bisher untersuchten Kalken überwiegend um Bildungen des Bathyals. In diesen Kalken konnten in elektronenoptischen Aufnahmen entweder Coccolithineen oder Nannoconiden (GRUNAU und STUDER 1956, GRUNAU 1959, FARINACCI 1964) nachgewiesen werden. Die meisten Autoren verzichten auf eine nähere Bestimmung oder Beschreibung der Coccolithineen, nur HONJO und FISCHER (1964) und E. FLÜGEL und H. E. FRANZ (1967) bringen Typisierungen bzw. Bestimmungen (*Colvillea* sp. aus dem Solnhofener Plattenkalk, *Ellipsagelosphaera lucasi* NOËL aus dem pelagischen Calpionellenkalk der französischen Alpen).

Beschreibung von coccolithenführenden Malmkalken

Bei den untersuchten Proben handelt es sich um Mikrite im Sinne von FOLK (1959; feinkörnige Kalke mit Korngrössen unter 3,5 μ). Die Proben stammen aus Malmkalken und wurden an folgenden Lokalitäten gesammelt:

Urach (Probe 22): Oberer Abschnitt der Hannersteige an der Strasse Urach–Bleichstetten, MTBl. Urach (7522), Schwäbische Alb.
Stratigraphie: Malm ε, vgl. GWINNER (1959, S. 22).

Mellikon (Probe 43): Steinbruch der Sodafabrik Mellikon, Kanton Aargau, Aargauer Jura. – Stratigraphie: *crenularis*-Schichten, *bimammatum*-Zone, oberster Malm α, vgl. C. MOESCH (1867).

Olten (Probe 49): Klus Olten–Aarburg, SW Baden, E Olten, Aargauer Jura. – Stratigraphie: *crenularis*-Schichten, *bimammatum*-Zone, oberes Oxford, Malm α, vgl. KEHRER (1922).

Ernstbrunn (Probe 77): Steinbruch Dörfles 1 SE Dörfles, N Ernstbrunn, Niederösterreich. – Stratigraphie: Tithon, vgl. GRILL (1963).

Die Ablagerungsbreiche können in folgender Weise charakterisiert werden:

Urach: Die Probe stammt aus gebankten, pelitischen Kalken von gelblich-grauer Farbe (5Y 8/1 nach der Rock-Color-Chart 1951). Es handelt sich um Kalke der «Normalfazies» im Sinne von GWINNER (1965, S. 991). Die Fauna ist durch dünnschalige,

kleinwüchsige Muscheln und Brachiopoden, Belemniten und insbesondere durch Ammoniten (*Virgatosphinctes*, *Suttneria* u. a.) ausgezeichnet. GWINNER (1962a, S. 201) bezeichnet den Ablagerungsbereich der Bankkalke als «tiefneritisch» und spricht von einer durchschnittlichen Wassertiefe von etwa 140 m.

Mellikon: Der gelblich-graue bis hell-olivgraue (5Y 6/2) Kalk lässt im Handstück bioturbate Texturen und Serpularöhren erkennen. Die Probe stammt aus gut gebankten Kalken, in welche kleine Schwammstotzen eingelagert sind. Nach Mitteilung von R. GYGI (Geol. Institut, ETH Zürich) ist für den Ablagerungsbereich auf Grund der Perisphinctidenfauna eine Wassertiefe von etwa 75 m anzunehmen.

Olten: Die Probe stammt aus massigen, hell- bis mattgrauen (N8 bis 5YR8/1) Kalken mit lagenförmig auftretenden, thamnasteroiden Stockkorallen. Die Ablagerungen entsprechen nach KEHRER (1922, S. 15) nicht einem Riffkern, sondern eher dem durch Wellenbewegung zerstörten Teil des Riffes.

Ernstbrunn: Die schwach orange (10YR8/2) bis mattgrau (5YR8/1) gefärbten Kalke dieses Fundpunktes entsprechen nach BACHMAYER (in GRILL 1963, S. 32) Ablagerungen einer Riffhalde. Die Fauna ist durch Diceraten, Nerineen, seltene Einzelkorallen, Brachiopoden, Echinodermen und Ammoniten gekennzeichnet. In detritischen Teilen des Kalkes finden sich Foraminiferen, Hydrozoen, Chaetetiden und Kalkalgen.

Die Proben wurden mit Hilfe von Säurerückständen, Dünnschliffen und durch elektronenoptische Aufnahmen der Kalkoberflächen untersucht.

Säurerückstand

Bei Behandlung mit HCl erwiesen sich die Proben Urach und Ernstbrunn als praktisch rückstandsfrei (unlöslicher Rückstand unter 0,5 Gew.-%). Die Proben Mellikon und Olten ergaben einen unlöslichen Rückstand von etwa 5 Gew.-%. Der Rückstand besteht aus Tonsubstanz.

Dünnschliffe

Urach: Die Grundmasse ist als Mikrit entwickelt; Körner in heller gefärbten, deutlich umgrenzten Arealen besitzen Mikrosparitgrössen. Diese Areale können als Hinweise auf Bioturbation gewertet werden. Die Komponenten bestehen aus seltenen, bis zu 450 μ grossen Intraklasten, die genetisch als Protointraklaste im Sinne von BOSELLINI (1966) zu deuten sein dürften, sowie aus winzigen Schalenfragmenten.

Klassifikation nach FOLK (1959): Mikrit mit Biogenen.

Energie-Index nach PLUMLEY et al. (1962): I_1.

Mellikon: Die Grundmasse ist als gleichförmiger Mikrit ausgebildet. Unter den quantitativ stark zurücktretenden Komponenten fallen schwarze Pellets (⌀ um 10 μ) und seltene rekristallisierte Foraminiferengehäuse sowie ein Schalenfragment auf.

Klassifikation: Mikrit.

Energie-Index: I_1.

Olten: Die Grundmasse ist als verschiedenkörniger Mikrit mit Einlagerungen von Feinstdetritus ausgebildet. Die Komponenten bestehen aus grossen thamnasteroiden Stockkorallen, kugelförmigen, aus Sparit bestehenden Biogenen (∅ zwischen 35 und 140 μ) sowie aus seltenen Pellets.

Klassifikation: Biomikrit.

Energie-Index: I_1.

Ernstbrunn: Die Grundmasse wird von schwach ausgewaschenem Mikrit gebildet. Unter den Komponenten stehen zerbrochene Echinodermenreste und benthonische Foraminiferen an der Spitze, gefolgt von Pellets (∅ bis zu 60 μ) und seltenen Solenoporaceen-Thalli.

Klassifikation: Biomikrit.

Energie-Index: I_2.

Die Energie-Indizes von I_1 und I_2 weisen auf *Ablagerungen in Stillwasserbereichen* (deposition in quiet water). Derartige Bereiche liegen sowohl unterhalb der Wellenbasis als auch in flachen, geschützten Abschnitten innerhalb von Riffkomplexen.

Elektronenoptische Untersuchungen

Die nachfolgend ausgewerteten Aufnahmen stellen Photographien frischer, nicht vorbehandelter Kalkbruchflächen dar. Die Präparation gliedert sich in folgende Punkte: Beschattung der Kalkbruchfläche mit Pd; Auftragen eines C-Films; Stützung des Pd-C-Films mit Technovit 4071-d (Fa. Kulzer & Co., Bad Homburg); Lösen des Kalks in verdünnter HCl; Lösen des Technovits in Aceton; Auffangen des Präparates auf einem Objektträger.

Die Proben wurden mit Hilfe von Übersichts- und Detailaufnahmen untersucht. Bei den petrographischen Merkmalen wurden folgende Kriterien unterschieden:

Korngestalt (Nomenklatur nach FRIEDMAN 1965), Kornbegrenzung, Rundung der Körner (nach PETTIJOHN 1957), Oberflächenstrukturen (Bruchflächen, Korrosionsfiguren), Grösse der Körner (unter Berücksichtigung von jeweils 100 Daten für den grössten Schnitt-∅), Sortierung (nach TRASK) und Schiefekoeffizient, Texturtypus (nach FRIEDMAN 1965).

Bei den paläontologischen Merkmalen wurden unterschieden: Häufigkeit, Erhaltung, Auftreten von Coccolithen, Auftreten von Coccosphären, Bestimmung der Nannofossilien.

Tab. 2 gibt einen Überblick über die beobachteten Merkmale.

Vergleiche: Die sedimentologischen Daten der untersuchten Proben stimmen mit den bisher bekannten elektronenoptischen Merkmalen von Mikriten gut überein (SHOJI und FOLK 1964, TEICHERT 1965, E. FLÜGEL 1967). Die Korngestalt umfasst das gesamte Spektrum von anhedral bis euhedral, wobei bei Berücksichtigung aller bisher publizierten Aufnahmen sub- und euhedrale Körner quantitativ überwiegen. Von Interesse ist die zum Teil starke Rundung der Körner, die eine Lösung der Körner andeutet (vgl. hierzu FOLK 1965).

Die Korngrössen liegen bei allen Proben innerhalb des von FOLK für echte Mikrite geforderten Intervalls zwischen etwa 1 und 3,5 μ. Grössere Körner sind sehr wahr-

Tab. 2 Sedimentologische und paläontologische Merkmale nach elektronenoptischen Aufnahmen. Korngrössen in μ. Bezüglich der Bestimmung siehe S. 12.

	Urach	Mellikon	Olten	Ernstbrunn
Korngestalt	subhedral	anhedral	sub- bis euhedral	sub- bis euhedral
Kornbegrenzung	gerade	gebogen	gebogen	gerade
Kornrundung	subangular	angerundet	subangular	angerundet bis gerundet
Oberflächenstruktur	Bruchkanten	Bruchkanten	Bruchkanten	Bruchkanten und Korrosionsfiguren
Korngrösse (in μ)				
Reichweite	0,50–3,50	0,80–3,50	0,45–3,60	0,65–3,50
Häufigkeitsmaximum	1,30	1,75	1,00 und 1,80	1,55
Mittelwert Md	1,60	1,50	1,60	1,55
Sortierung				
So (nach TRASK)	1,33	1,32	1,32	1,31
Sk	1,08	1,00	0,90	1,07
Textur	hypidiotopisch	hypidiotopisch bis xenotopisch	hypidiotopisch bis xenotopisch	hypidiotopisch bis xenotopisch
Nannofossilien				
Häufigkeit	häufig	häufig	selten	häufig
Erhaltung	zerstört	gut	umkristallisiert	gut
Coccolithen	+	+	+	+
Coccosphären	–	+	–	+
Bestimmung	Typus 1 Typus 2	Typus 1 Typus 2	Typus 1	Typus 1 Typus 2

scheinlich auf beginnende Mikrosparitbildung zurückzuführen. Von Interesse ist die Feststellung, dass eine derartige beginnende Kornvergröberung im Schliffbereich nur teilweise beobachtet werden kann.

Bei einem Vergleich mit den von HARVEY (1966) beschriebenen elektronenoptischen Daten zeigen sich Übereinstimmungen hinsichtlich der Korngrössen und der sehr geringen Breite der Korngrenzen. Die von HARVEY beschriebenen Knoten auf den Oberflächen der Körner sind in unseren Aufnahmen – bedingt durch unterschiedliche Präparation (keine Ätzung!) – nicht sichtbar. Die Flächen der Körner erscheinen eben bzw. konvex oder konkav gebogen (vgl. TEICHERT 1965, S. 78). Von Interesse ist die verschiedene Ausbildung der Bruchflächen: Während die meisten Körner der Probe Urach charakteristische, durch etwa 0,02 μ voneinander entfernte Abtreppungen gekennzeichnete Bruchflächen besitzen, sind derartige Strukturen bei den übrigen Proben nur selten zu beobachten. Bruchflächen, welche den Korngrenzen folgen, sind nur in der Probe Mellikon deutlicher entwickelt.

FOLK (1965, S. 33) hat auf die ausgezeichnete Sortierung von Mikriten in elektronenoptischen Aufnahmen hingewiesen. Aus diesem Grund wurden die Sortierungskoeffizienten (So nach TRASK) berechnet. Wie Fig. 1 zeigt, ist die Sortierung (der Einteilung von FÜCHTBAUER folgend) als «gut» zu bezeichnen. Die nahezu identischen Schiefekoeffizienten unterstreichen die Gleichförmigkeit der Kornfraktion.

Die Nannofossilien sind verschieden gut erhalten: Coccolithen aus der Probe Urach zeigen einen weitgehenden mechanischen Zerfall der Schilde (Taf. 2, Fig. 3). Stellenweise sind die Seitenflächen der Micellen deutlich korrodiert. Auf der Über-

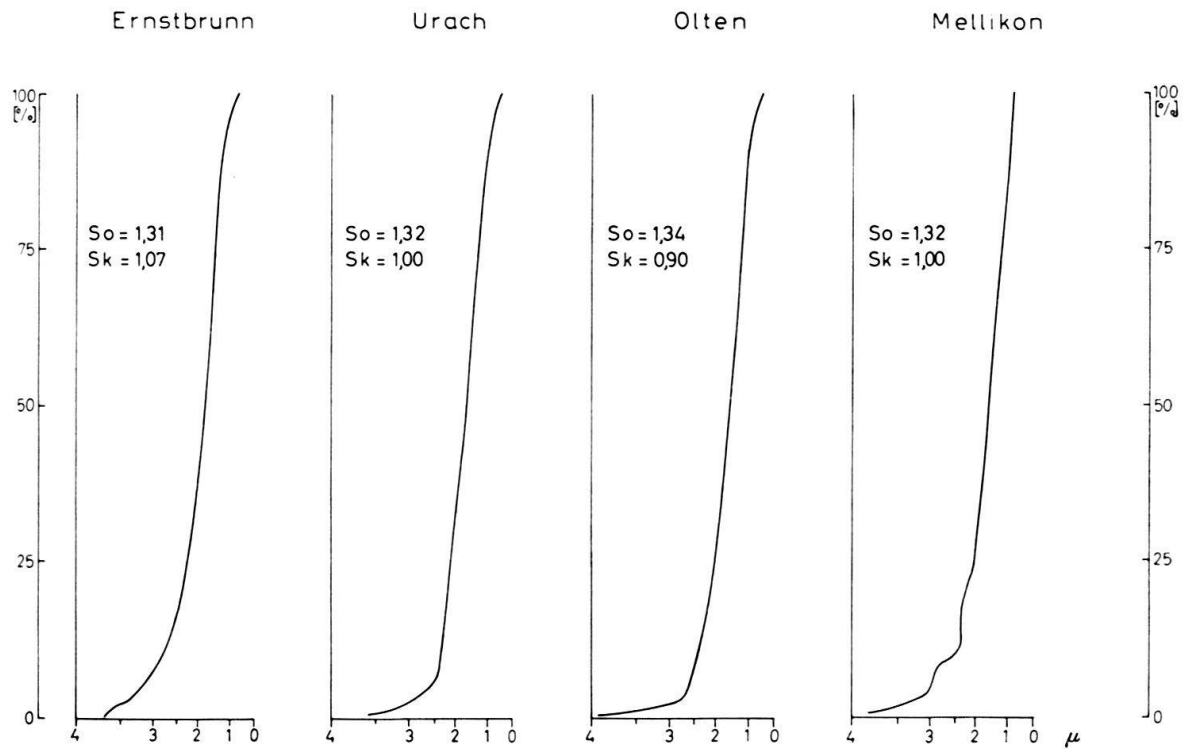


Fig. 1. Korngrössenverteilung der untersuchten Mikrite. Die Summenkurven spiegeln die gleichen Korngrössenbereiche und die gleichartige Sortierung der Kalke wider.

sichtsaufnahme (Taf. 1, Fig. 3) sind zahlreiche, weitgehend umkristallisierte Schilde zu erkennen.

Auch in der Probe Olten sind die seltenen Coccolithen stark zerstört. Wie Taf. 3, Fig. 4 zeigt, kann hierbei ein Coccolithenschild von neuen Kristallflächen durchschnitten werden; der Coccolith unterliegt weitgehender Zerstörung durch das Aufspriessen von neuen Kalzitkristallen.

In den Proben Mellikon und Ernstbrunn ist die Erhaltung der Coccolithen verhältnismässig gut. Von besonderem Interesse ist das Auftreten von gut erhaltenen Coccosphären.

Beschreibung der Coccolithineen

Die folgende Beschreibung stützt sich ausschliesslich auf elektronenoptische Merkmale, da die Coccolithen in Schliffen der untersuchten Kalke nur selten an untypischen Balkenkreuzen erkennbar sind. Die verwendeten Termini entsprechen den von HAY et al. (1966) gegebenen Definitionen.

Beschreibung

Urach

Aufnahme H2: Unvollständiger Distalschild. Aussenring angedeutet, Innenring ± vollständig. Micellen flach-keilförmig, rechtsgewunden. Sutur nahezu radial. Grosses Zentralfeld von Kristallen erfüllt. – Masse: Schild-∅ 10 μ, sichtbar etwa 14 Micellen, insgesamt etwa 30 Micellen im Innenring. Micellenlänge 4 μ.

H3 (Taf. 3, Fig. 1): Placolith. Schrägaufsicht auf Distalschild, Proximalschild nur in Seitenansicht. Distalschild: sichtbar nur ein Ring. Micellen breit-keulenförmig, im Zentrum abgerundet, rechtsgewunden. Sutur radial. Ein eigentliches Zentralfeld ist nicht ausgebildet, die Micellen berühren sich längs einer zentralen Mittelfurche. – Masse: Schild-∅ nicht messbar. Etwa 28 Micellen. Micellenlänge 1,5–2,5 μ.

H4: Proximalschild. Aussenring aus kurzen, stumpfkonischen Micellen. Innenring aus doppelt so langen, breit-balkenförmigen Micellen. Micellen linksgewunden. Sutur nahezu radial. Zentralfeld nicht sichtbar. – Masse: Schild-∅ etwa 10 μ. Etwa 35 Micellen. Micellenlänge im Innenring 2–3 μ.

H5 (Taf. 2, Fig. 3): In Auflösung begriffener Micellenverband. Der Schild besteht aus 2 Ringen. Die Micellen zeigen teilweise noch die normale Überlappung, teilweise aber sind sie bereits verschoben und disloziiert.

H6: Placolith. Schrägaufsicht mit grösserem Distal- und kleinerem Proximalschild.

H7, H8: Proximalschild mit unvollkommenem Aussenring und teilweise erhaltenem Innenring. Innenring aus stumpf-konischen Micellen. Micellen linksgewunden. Zentralfeld nicht sichtbar.

H9, H10: Distalschild aus 2 Micellenringen, die keilförmig miteinander verbunden sind. Micellen stumpf-konisch. Suturen nahezu radial. Zentralfeld nicht sichtbar. – Masse: Micellenlänge im Aussenring 1,5 μ.

Mellikon

S1: Distalschild aus 2 Micellenringen. Micellen als dünne Balken, rechtsgewunden. Suturen gerade, entgegen dem Uhrzeigersinn angeordnet. Innenring mit nahezu quadratischen Micellen. Zentralfeld von Sediment verdeckt. – Masse: Schild-⌀ nicht messbar. 24–36 Micellen im Aussenring. Micellenlänge im Aussenring 1,6 μ, im Innenring maximal 0,5 μ.

S2 (Taf. 4, Fig. 2), S3: 4 Distalschilde einer Coccosphäre. Distalschilde aus 2 Micellenringen. Aussenring aus balken- und rhombenförmigen, gegen die Peripherie und gegen das Zentralfeld stark abfallenden Micellen. Innenring etwas eingesenkt, aus quadratischen bis rhombenförmigen Micellen. Alle Micellen linksgewunden. Suturen gerade, im Uhrzeigersinn angeordnet. Zentralfeld von grossen Kristallen verdeckt oder ausgefüllt. – Masse: Schild-⌀ 7,8 × 6 μ, im Aussenring 28–32 Micellen. Micellenlänge im Aussenring 2,1 μ, im Innenring 0,6 μ. ⌀ der Coccosphäre etwa 5 μ, insgesamt etwa 10–12 Coccolithen.

S4: Proximalschild. Nur ein Micellenring sichtbar. Die Micellen überlappen sich kaum, ± radial angeordnet. Micellen breit-balkenförmig. Anscheinend kein oder sehr kleines, verdecktes Zentralfeld. – Masse: Schild-⌀ 5,5 μ. 28 Micellen. Micellenlänge 2,4 μ.

S6: Distalschild aus 2 Micellenringen. Aussenring aus balkenförmigen, linksgewundenen Micellen. Suturen schwach im Uhrzeigersinn angeordnet. Innenring aus ± quadratischen Micellen. Zentralfeld nicht sichtbar. – Masse: Schild-⌀ 8,5 × 6,0 μ, 32 Micellen. Micellenlänge im Aussenring 2,4–3,0 μ. Micellenbreite im Innenring 0,9 μ.

S7: Distalschild aus 2 Micellenringen. Micellen gerade, linksgewunden. Sutur im Uhrzeigersinn angeordnet. Darunter Proximalschild aus gleich gebauten Micellen. – Masse: Schild-⌀ nicht messbar. 30 Micellen im Distalschild. Micellenlänge 2,9 μ.

S8 (Taf. 3, Fig. 2): Placolith aus grösserem Distal- und kleinerem Proximalschild. Seitenansicht. Stumpf-konische Micellen mit rechteckigem Querschnitt.

Olten

K6 (Taf. 3, Fig. 4), K7: Proximalschild mit einem Micellenring. Die Micellen überlappen sich nur geringfügig. Suturen meist nicht gerade bis unregelmässig gekrümmt. Micellen schwach linksgewunden, gegen die Peripherie zu keilförmig zugespitzt. Zentralfeld nicht frei. – Masse: Schild-⌀ 3,8 × 3,4 μ. 25 Micellen. Micellenlänge bis 1,3 μ. Micellenbreite bis 0,5 μ.

Ernstbrunn

E5 (Taf. 3, Fig. 3): Proximalschild mit Micellen, die sich nur geringfügig überlappen und deren Suturen fast radial verlaufen. Gegen das Zentralfeld zu werden die Micellen unregelmässig. Micellen keilförmig, im Querschnitt quadratisch bis schwach rechteckig. Zentralfeld sehr klein. – Masse: Schild-⌀ 3,7 μ. 28–30 Micellen. Micellenlänge 1,0–1,5 μ, Micellenbreite 0,3–0,5 μ.

E10 (Taf. 4, Fig. 1): 3 Distalschilde einer Coccosphäre. Distalschilde mit 2 Ringen. Aussenring mit langen, balkenförmigen Micellen, rechtsgewunden. Suturen nahe dem Innenring kurz im Uhrzeigersinn, dann gegen die Peripherie zu schwach entgegengesetzt angeordnet. Zentralfeld nicht sichtbar. – Masse: Schild-⌀ 10,3 × 8,0 μ.

Micellenzahl im Aussenring 30–34, im Innenring 24–28. Micellenlänge im Aussenring 2,8–4,0 μ, im Innenring 0,8–1,2 μ.

E 16: Placolith aus gut sichtbarem Proximalschild und dicht darüberliegendem Distalschild. Micellen breit, überlappen sich nur wenig, gegen die Peripherie zu keilförmig entwickelt. Im Querschnitt rechteckig bis quadratisch. Suturen radial, gegen das Zentralfeld zu geknickt, Zentralfeld sehr klein oder fehlend. – Masse: Proximalschild-$\varnothing$ 6,7 μ, 29 Micellen. Micellenlänge 2,1 μ, Micellenbreite 0,6 μ. Distalschild-$\varnothing$ 8,1 μ.

Bestimmung

Ordnet man die bestimmbaren Exemplare nach morphologischen Kriterien, so lassen sich 2 Typen unterscheiden (Tab. 3).

Die als Typus 1 bezeichnete Form entspricht in den morphologischen Merkmalen – insbesondere in der Ausbildung der Micellen und des Zentralfeldes – der von BLACK und BARNES (1959, S. 325, Taf. 9, Fig. 1–2) beschriebenen Art *Tremalithus barnesae*.

Diese Art wurde von BLACK (1964, S. 311; 1965, Abb. 2) der neugeschaffenen Gattung *Colvillea* zugeordnet. Unter der Annahme, dass es sich bei *Tremalithus* um isolierte Coccolithen von *Coccolithus* SCHWARZ handelt, stellten BRAMLETTE und MARTINI (1964, S. 298) *barnesae* zu *Coccolithus*. Im gleichen Jahr erkannte REINHARDT (1964, S. 753) eine weitgehende Übereinstimmung in den Merkmalen von *Colvillea* BLACK und *Tergestiella* KAMPTNER und erklärte die erstgenannte Gattung als Synonym von *Tergestiella* (vgl. auch REINHARDT 1966, S. 15).

Tab. 3 Coccolithentypen der untersuchten Malmkalke.

	Typus 1	Typus 2
Schildausbildung . . .	Placolith	Placolith
Zahl der Micellenringe	1	2
Micellengestalt	balkenförmig, peripher keilförmiger Querschnitt quadratisch	balkenförmiger Querschnitt rechteckig, im Innenring nahezu quadratisch
Micellenanordnung . .	± nebeneinander	stets einander übergreifend
Suturen	radial, gegen das Zentralfeld geknickt, dort zusammenlaufend	im oder entgegen dem Uhrzeigersinn geordnet
Zentralfeld	sehr klein bzw. ausgefüllt	relativ gross, vermutlich mit Pore
Schildumriss	± kreisförmig	elliptisch
Material	Urach (H4, H7) Mellikon (S4) Olten (K6, K7) Ernstbrunn (E4, E5, E14, E16)	Urach (H2, H3, H6) Mellikon (S1, S2, S3, S6, S7, S8) Ernstbrunn (E10)

Bereits 1962 (S. 473, Taf. 1, Fig. 1/3) hatte SHUMENKO aus dem Turon der UdSSR eine sehr ähnliche Art in elektronenoptischen Aufnahmen abgebildet, jedoch nicht beschrieben.

NOËL (1965, S. 124, 134) äussert sich kritisch zur Definition von *Colvillea* und stellt fest, dass in der Originalarbeit offenbar nur die Unterseite des Proximalschildes abgebildet ist und dass dieser Teil des Schildes mit Proximalschildern von *Actinosphaera deflandrei* NOËL (1965, S. 133) übereinstimmt. Diese Art besitzt jedoch im Gegensatz zu den hier zu bestimmenden Formen Suturen, die nicht radial angeordnet sind.

Es ist in der Tat auffallend, dass sowohl von BLACK und BARNES (1959) als auch von allen anderen Bearbeitern von *T. barnesae* nur die Unterseite des Proximalschildes abgebildet wird. Lediglich REINHARDT (1966, Taf. 1, Fig. 1, 2a, b) bringt ein Bild des Distalschildes. Die Ausbildung des Distalschildes erinnert an die hier als Typus 2 bezeichnete Form und damit an die Gattung *Watznaueria* REINHARDT; der Schild trägt jedoch einen sehr deutlichen zentralen Kegelstumpf.

Die als Typus 2 unterschiedene Form zeigt einen coronoiden Feinbau im Sinne von REINHARDT (1966, S. 14). Bei einem Vergleich mit ähnlichen coronoiden Arten, wie sie von MANIVIT (1965, 1966), NOËL (1965), REINHARDT (1964, 1966) und STRADNER (1963) als *Coccolithus* SCHWARZ, *Ellipsagelosphaera* NOËL oder *Watznaueria* REINHARDT beschrieben worden sind, ergibt sich eine gute Übereinstimmung mit *Watznaueria angustoralis* REINHARDT. Diese Art unterscheidet sich von Arten mit etwa gleicher Micellenzahl und ähnlichem Schild-∅ durch eine verhältnismässig kleine Zentralpore.

NOËL (1965, S. 124) hat auch die Gattung *Watznaueria* angezweifelt und darauf hingewiesen, dass Merkmale dieser Gattung mit Merkmalen von *Ellipsagelosphaera* NOËL übereinstimmen. Im einzelnen wurde von der Autorin kritisiert, dass bei *Watznaueria* REINHARDT weder die Schildunterseite noch der Querschnitt noch eine Coccosphäre bekannt seien. In der Zwischenzeit hat REINHARDT (1966) diese Merkmale beschrieben und abgebildet. Demnach muss *Ellipsagelosphaera* als jüngeres Synonym von *Watznaueria* betrachtet werden.

Typus 1 könnte als *Tergestiella barnesae* (BLACK), Typus 2 als *Watznaueria angustoralis* REINHARDT bestimmt werden. *Tergestiella barnesae* ist bisher nur aus dem Zeitraum oberes Turon bis Maastricht, *Watznaueria angustoralis* aus dem Bereich mittlerer Malm bis Cenoman bekannt. Eine mit «*Colvillea*» bzw. *Tergestiella* vergleichbare Form findet sich jedoch auch im Solnhofener Plattenkalk (E. FLÜGEL und H. E. FRANZ 1967).

Es ist nun auffallend, dass in unserem Material a) die beiden Typen stets gemeinsam auftreten und dass b) der Typus 1 nur durch Proximalschilde und der Typus 2 nur durch Distalschilde überliefert ist. Wenn dieses Zusammentreffen nicht zufallsbedingt ist, müssen folgende Möglichkeiten in Erwägung gezogen werden:

a) Es handelt sich um eine echte Vergesellschaftung.

b) Es handelt sich um Distal- und Proximalschilder ein und derselben Art.

Dies könnte bedeuten, dass *Tergestiella barnesae* den Proximalschild von *Watznaueria angustoralis* darstellt; hierbei wäre der Artname *angustoralis* aus Prioritätsgründen zu streichen. Eine andere – und akzeptablere – Lösung des Problems wäre die Annahme, dass Typus 1 nicht mit der kretazischen *T. barnesae* identisch ist, sondern dem von

REINHARDT (1964, 1966) nicht abgebildeten Proximalschild von *Watznaueria angustoralis* entspricht.

Der Möglichkeit b) dürfte grössere Wahrscheinlichkeit zukommen, da auch in anderen Malmkalken eine gleiche Vergesellschaftung der oben beschriebenen Typen festgestellt werden konnte; dies zeigt eine Überprüfung der von HONJO und FISCHER (1964) abgebildeten elektronenoptischen Aufnahmen.

Eine stratigraphische Auswertung der beschriebenen Coccolithineen ist nicht möglich, da coronoide Bautypen seit dem Lias bekannt sind (vgl. STRADNER 1963, S. 3; NOËL 1965, S. 177; REINHARDT 1966, S. 144).

Coccolithen als Faziesindikatoren

Das Auftreten von gut erhaltenen Coccosphären in zwei der untersuchten Proben gestattet gewisse Aussagen über die Stärke der Wasserbewegung zur Zeit der Sedimentation. Da Coccosphären bereits bei sehr geringer mechanischer Beanspruchung zerfallen (vgl. KAMPTNER 1956, NOËL 1965) und die aus Textur und Rückstandsmenge ermittelten Energie-Indizes bei I_1 und I_2 liegen, ist anzunehmen, dass die Wasserbewegung minimal war. Diesem Befund steht jedoch die in Schliffen der Probe Ernstbrunn erkennbare schwache Auswaschung des Mikrites gegenüber. Es ist daher wahrscheinlich, dass die Coccosphären durch eine rasche chemisch-bioklastische Kalkschlammsedimentation geschützt wurden. Wie auch bei anderen Mikriten (vgl. E. FLÜGEL 1967) dürften auch bei der Bildung des Ernstbrunner Mikrites mindestens 2 Faktoren gemeinsam gewirkt haben: bioklastische Abscheidung von Coccolithen und chemische Fällung von Karbonat. Hierfür spricht die gleichmässige Sortierung und die auffallende Rundung der Körner.

Die bisherigen elektronenoptischen Untersuchungen von coccolithenführenden Kalken zeigen, dass es nur schwer möglich ist, aus der Existenz von Coccolithen bathymetrische Aussagen für das Sediment abzuleiten, etwa wie dies STEINMANN (1925, S. 446) für den Bianconekalk der Südalpen getan hat.

Nachdem bereits GÜMBEL (1870, S. 763) festgestellt hatte, «dass Coccolithen in allen Meeren und allen Meerestiefen vorkommen», war es insbesondere TH. FUCHS, der auf die Möglichkeit des Vorkommens pelagischer Organismen in litoralen Flachwasserablagerungen hinwies: «...so ist es ganz sicher, dass pelagische Organismen (gemeint sind im speziellen Fall Coccolithen) mitunter auch in litoralen Bildungen gefunden werden und daselbst unter Umständen vielleicht auch selbständige Ablagerungen bilden können, ebenso sicher ist es jedoch auch, dass dies im allgemeinen nur eine Ausnahme sein wird und dass sich derartige Ablagerungen nur ganz örtlich und in beschränkter Ausdehnung und Mächtigkeit bilden können» (FUCHS 1883, S. 549).

Die meisten Autoren sind geneigt, aus dem Auftreten von Coccolithen auf Sedimentbildung in bathymetrisch tieferen Räumen zu schliessen. Dies gilt nicht nur für die Untersuchungen an Feinschlammkalken, sondern auch für die an Nannofossilien reichen pelitischen Gesteine, wie sie etwa mit dem Badener Tegel im Torton des Wiener Beckens auftreten; die Sedimentationstiefe wird in diesem Fall auf Grund der Foraminiferen-Vergesellschaftung mit 100–200 m angegeben (BACHMANN et al. 1963, S. 120).

Obwohl es auffallend ist, dass im Gebiet der Bahamabank nach CLOUD (1965, S. 27) Coccolithen nicht in Flachwasserbereichen der Bänke, sondern nur in den bathymetrisch tiefen Teilen auftreten, müssen wir auf Grund der bis jetzt vorliegenden Untersuchungen an coccolithenführenden Mikriten annehmen, dass Coccolithen sowohl im bathyalen als auch in litoralen und sublitoralen Bereichen an der Bildung von Feinschlammkalken wesentlich beteiligt sind[2]). Inwieweit es sich um allochthones Plankton handelt, muss jeweils getrennt diskutiert werden, wie das Beispiel der Coccolithen im Solnhofener Plattenkalk zeigt (E. FLÜGEL und H. E. FRANZ 1967). In diesem Zusammenhang wird man auf zusätzliche Kriterien wie etwa auf das Verhältnis zwischen Foraminiferen und kieselsäureabscheidenden Organismen zurückgreifen müssen (vgl. BANDY und RODOLFO 1964), um bessere bathymetrische Marken zu bekommen.

LITERATUR

In der folgenden Zusammenstellung wurden die Arbeiten über Coccolithineen nur insofern berücksichtigt, als sie bei NOËL (1965) und REINHARDT (1966) nicht angeführt sind.

ANDREE, K. (1920), *Geologie des Meeresbodens. 2. Bodenbeschaffenheit, nutzbare Materialien am Meeresboden*, 689 S., Leipzig (Borntraeger).

BANDY, O. L. and RODOLFO, K. S. (1964), *Distribution of Foraminifera and Sediments, Peru-Chile Trench Area*, Deep-Sea Res. *11*, 817–837.

BLACK, M. (1965), *Coccolithen*, Endeavour *24*, 93, 131–137.

BOSSELLINI, A. (1966), *Protointraclasts: Texture of Some Werfenian (Lower Triassic) Limestones of the Dolomites (Northeastern Italy)*, Sedimentology, *6*, 4, 333–337.

BRAMLETTE, M. N. (1958), *Significance of Coccolithophorids in Calciumcarbonate Deposition*, Bull. Geol. Soc. America, *69*, 121–126.

CLOUD, P. E., Jr. (1962), *Environment of Calcium Carbonate Deposition West of Andros Island, Bahamas*, Geol. Surv. Prof. Paper 350, 138 pp.

CORRENS, C. W. (1939), *Pelagic Sediments of the North Atlantic Ocean*, in TRASK, P. D., *Recent Marine Sediments*, Soc. Econ. Paleont. Min., Spec. Publ. *4*, 373–395.

FARINACCI, A. (1964), *Microorganismi dei Calcari «Maiolica» e «Scaglia» osservati al Microscopio Elettronico (Nannoconidi e Coccolithophoridi)*, Boll. Soc. Paleont. Ital. *3*/2, 172–181.

FLÜGEL, E. (1967), *Elektronenmikroskopische Untersuchungen an mikritischen Kalken*, Geol. Rdsch. *56*/1, 341–358.

– und FRANZ, H. E. (1967), *Elektronenmikroskopischer Nachweis von Coccolithen im Solnhofener Plattenkalk (Ober-Jura)*, Neues Jb. Geol. Paläont. Abh. *127*/3, 245–263.

FLÜGEL, H. und 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.

– und WALITZI, E. M. (1966), *Untersuchungen über Calcit-Regelung in Kalken mit Hilfe des Diffraktometer-Verfahrens*, Anz. math.-naturwiss. Kl. Österr. Akad. Wiss., Jg. *1966*/3, 67–72.

FOLK, R. L. (1959), *Practical Petrographical Classification of Limestones*, Bull. Amer. Ass. Petrol. Geol. *43*, 1–38.

– (1965), *Some Aspects of Recrystallization in Ancient Limestones*, in FRAY, L. C. and MURRAY, R. C., *Dolomitization and Limestone Diagenesis*, Soc. Econ. Paleont. Min., Spec. Publ. *13*, 14–48.

---

[2]) Dieses Ergebnis wird durch weitere elektronenmikroskopische Untersuchungen bestätigt: Coccolithen vom Typ *Watznaueria* finden sich in Proben aus den Bankkalken (Malm β) des Gemeindesteinbruchs Thieringen/Württemberg, MTBl. Balingen 7719 (am Rand von Schwammstotzen interstratal abgeglittene Kalkpelite, vgl. GWINNER 1962 b, S. 586, Taf. 7, Abb. 1) und in Proben aus den dunklen Lagen des Nusplinger Schieferkalkes (Malm ξ_1) im Steinbruch auf dem Westerberg S Nusplingen/Württemberg (im Gefolge von subaquatischen Rutschungen als Turbidite in etwa 100 bis 200 m Tiefe sedimentierte Kalklutite, vgl. TEMMLER 1967).

FRIEDMAN, G. M. (1965), *Terminology of Crystallization Textures and Fabrics in Sedimentary Rocks*, J. Sed. Petrol. *35*/3, 643–655.

FUCHS, TH. (1883), *Welche Ablagerungen haben wir als Tiefseebildungen zu betrachten?*, N. Jb. Min. Geol. Paläont., Beil.-Bd. *2*, 487–584.

GARRISON, R. E. (1966), *Electron Microscopy of Franciscan Pelagic Limestones, California*, Bull. geol. Soc. Am., Annual Meetings Program 1966, San Francisco, 75–76.

GRILL, R. (1963), *Exkursion Inneralpines Wiener Becken nördlich der Donau, Molassegebiet und Waschbergzone*, Exkursionsführer *8*, Mikropaläont. Kolloquium, Verh. Geol. Bundesanst., Sonderh. F, 20–40, Taf. 2, Abb. 6–8, Wien.

GÜMBEL, C. W. (1870), *Vorläufige Mittheilungen über Tiefseeschlamm*, N. Jb. Geol. Min. Paläont. *1870*, 753–767.

GWINNER, M. P. (1959), *Die Geologie des Blattes Urach* (Nr. 7522) 1:25000 (Schwäbische Alb), Arb. Geol. Paläont. Inst. TH Stuttgart, [NF] *24*, 126 S.

– (1962a), *Geologie des Weissen Jura der Albhochfläche (Württemberg)*, N. Jb. Geol. Paläont., Abh. *115*/2, 137–221.

– (1962b), *Subaquatische Gleitungen und resedimentäre Breccien im Weissen Jura der Schwäbischen Alb (Württemberg)*, Z. d. geol. Ges., Jg. 1961, *113*/2–3, 571–590.

– (1965), *Zur Faziesentwicklung im Oberen Jura von Schwaben*, Eclog. geol. Helv., *58*/2, 991–994.

HARVEY, R. D. (1966), *Electron Microscope Study of Microtexture and Grain Surfaces in Limestones*, Illinois St. geol. Surv., Circ. *404*, 1–18.

HAY, W. W. (1965), *Calcareous Nannofossils*, in KUMMEL, B. and RAUP, D., *Handbook of Paleontological Techniques*, 3–7, San Francisco–London (Freeman).

– MOHLER, H. and WADE, M. E. (1966), *Calcareous Nannofossils from Nal'chik (Northwest Caucasus)*, Eclog. geol. Helv. *59*/1, 379–400.

HONJO, S. and FISCHER, A. (1964), *Fossil Coccoliths in Limestones Examined by Electron Microscopy*, Science *144*, 1620, 837–839.

KEHRER, L. (1922), *Beiträge zur Kenntnis der Geologie von Olten–Aarburg und Umgebung*, Diss. Univ Zürich, 47 S.

MANIVIT, H. (1965), *Nannofossiles calcaires de l'Albo-Aptien*, Rev. Micropaléont. *8*/3, 189–201.

– (1966), *Sur quelques coccolithes nouveaux du Néocomien*, C. R. sommaire séances Soc. géol. France *1966*, 7, 267–269.

MCINTYRE, A. and BÉ, W. H. A. (1966), *Zoogeography and Temperature Sensivity of Paleontologically Important Atlantic Coccolithophorids*, Bull. geol. Soc. Am., Annual Meetings Program 1966, San Francisco, 136–137.

MOESCH, C. (1867), *Der Aargauer Jura*, Beitr. Geol. Karte Schweiz *4*.

NEUMANN, A. C. (1965), *Processes of recent carbonate sedimentation in Harrington Sound, Bermuda*, Bull. Mar. Sci. *15*/4, 987–1035.

NOËL, D. (1965), *Sur les Coccolithes du Jurassique européen et d'Afrique du Nord*, 209 p., 29 pl., 74 fig., Paris (Centre National de la Recherche Scientifique).

PETTIJOHN, F. J. (1957), *Sedimentary Rocks*, Second Edition, 718 p., 40 pl., 173 figs., New York (Harper Brothers).

PLUMLEY, W. J., RISLEY, G. A., GRAVES, R. W., JR. and KALEY, M. E. (1962), *Energy Index for Limestone Interpretation and Classification*, Mem. Amer. Ass. Petrol. Geol. *1*, 85–107.

REINHARDT, P. (1966), *Zur Taxionomie und Biostratigraphie des fossilen Nannoplanktons aus dem Malm, der Kreide und dem Alttertiär Mitteleuropas*, Freiberger Forschungshefte, C196, Paläont., 1–109.

RIEDEL, W. R. (1963), *The Preserved Record: Paleontology of Pelagic Sediments*, The Sea *3*, 866–887, New York.

ROUND, F. E. (1965), *The Biology of the Algae*, 269 pp., 69 figs, London (Arnold).

ROSTOCKER, D. and CORNISH, R. (1964), *Use of the Electron Microscope in Micro-Paleontological Studies*, J. Paleont. *38*, 423–425.

SERIOVA, V. V. (1962), *Kolichestvennoe raspredelenie fitoplanktona v severnoi chasti indinskogo okeana*, Akad. nauk SSSR, Trudy in-ta okeanologii, *53*, 45–53.

SHUMENKO, S. I. (1962), *Primenenie metoda elektronnomikroskopicheskikh replik k izuchenya verkhnemelovikh Coccolithophoridae*, Doklady Akad. nauk SSSR *147*, 2, 471–473.

STEINMANN, G. (1925), *Gibt es fossile Tiefseeablagerungen von erdgeschichtlicher Bedeutung?*, Geol. Rundschau *16*, 435–468.

TEICHERT, C. (1965), *Devonian Rocks and Paleogeography of Central Arizona*, U.S. Prof. Pap. geol. Surv. *464*, 1–181.

TEMMLER, H. (1967), *Über die Nusplinger Fazies des Weissen Jura der Schwäbischen Alb (Württemberg)*, Z. d. geol. Ges., Jg. 1964, *116*, 891–907.

TUREKIAN, K. K. (1965), *Some Aspects of the Geochemistry of Marine Sediments*, in RILEY, J. P. and SKIRROW, G., *Chemical Oceanography 2*, 81–126, London–New York (Academic Press).

VOELTZKOW, A. (1901), *Über Coccolithen und Rhabdolithen nebst Bemerkungen über den Aufbau und die Entstehung der Aldabra-Inseln*, Abh. Senckenberg, Naturforsch. Ges. *26*, 4.

Manuskript eingegangen am 6. Dezember 1966.

Tafel I

Übersichtsaufnahmen der Texturtypen. Vergrösserung bei allen Aufnahmen. 3250 x.

Fig. 1 Hypidiotopisch bis xenotopisches Gefüge. – Malm α: Olten, Aargauer Jura.

Fig. 2 Hypidiotopisches bis xenotopisches Gefüge. – Malm α: Mellikon, Aargauer Jura.

Fig. 3 Hypidiotopisches Gefüge. – Malm ε: Urach, Schwäbische Alb.

Fig. 4 Hypidiotopisches bis xenotopisches Gefüge. – Tithon: Ernstbrunn, Niederösterreich.

Eclogae geologicae Helvetiae
Vol. 60/1, 1967

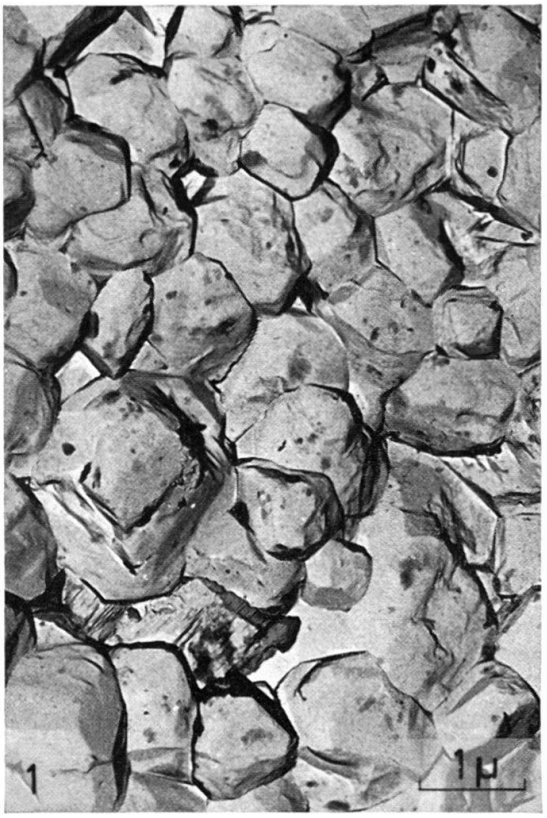
Tafel II

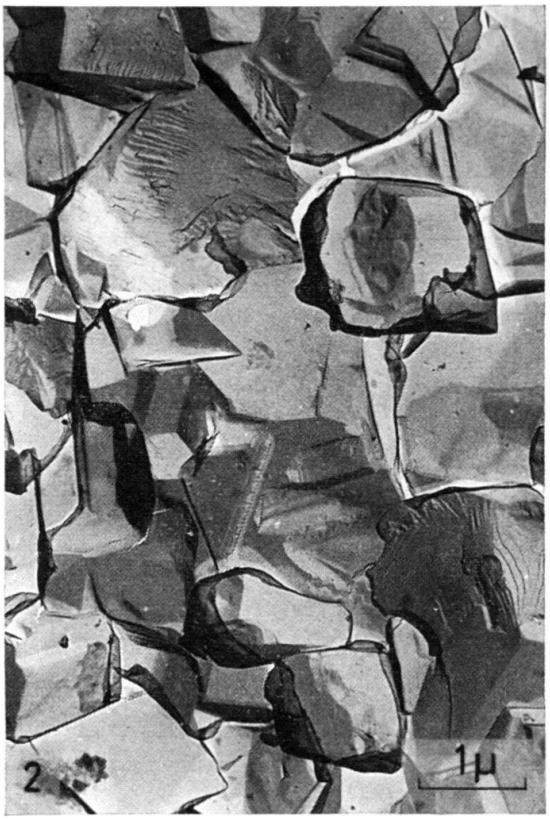
Detailaufnahmen. Vergrösserung. 11 000 x.

Fig. 1 Körner angerundet bis gerundet, sub- bis euhedral; einzelne Körner mit Bruchkanten. – Tithon: Ernstbrunn.

Fig. 2 Körner subangular, Kornbegrenzung gebogen, Korngestalt sub- bis euhedral. – Malm α: Olten.

Fig. 3 In Auflösung begriffener Coccolith. Die Micellen stehen nur zum Teil miteinander in Verbindung. Der Querschnitt-$\varnothing$ der Micellen entspricht dem durchschnittlichen Korn-$\varnothing$ des Sedimentes. – Malm ε: Urach.


1
1μ


2
1μ

3
1μ

Tafel III

Coccolithen

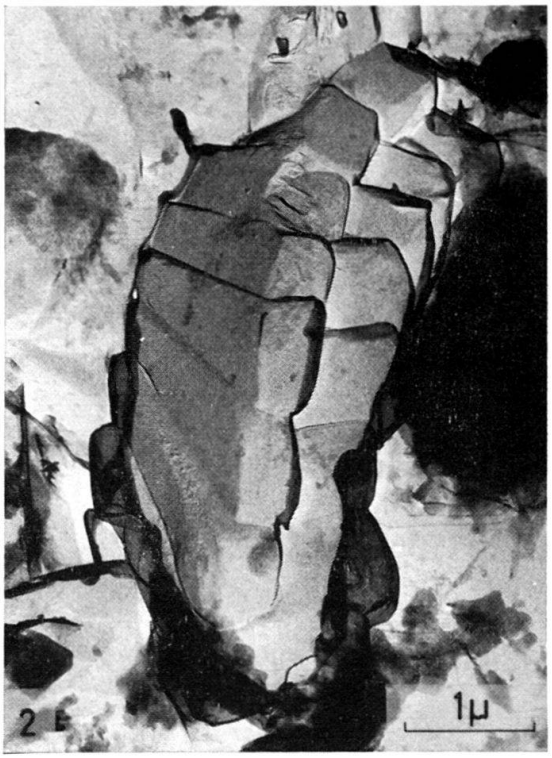
Fig. 1 Schrägaufsicht auf den Distalschild eines Placolithen. Typus 2 (vgl. S. 12). – Malm ε: Urach. 12000 x.

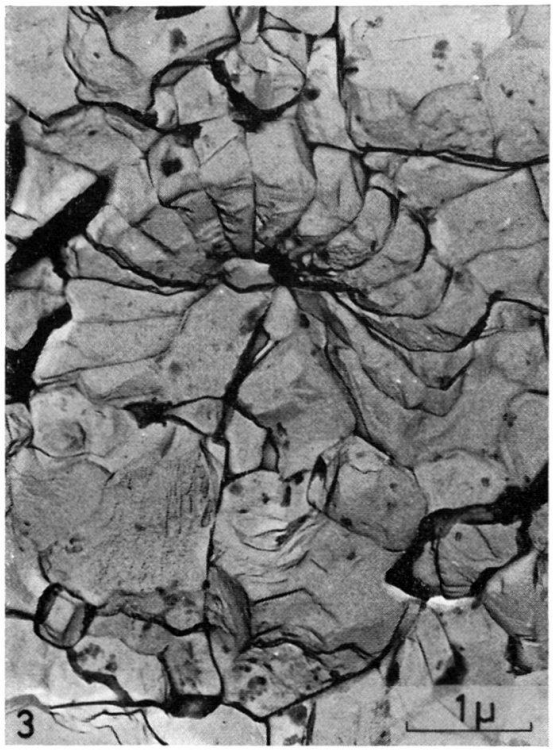
Fig. 2 Seitenansicht eines Placolithen. Typus 2. – Malm α: Mellikon. 14000 x.

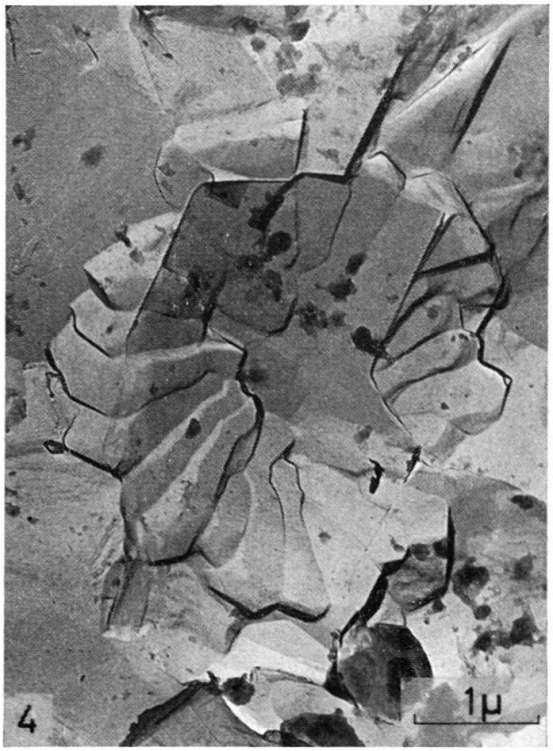
Fig. 3 Proximalschild mit Micellen, die sich nur geringfügig überlappen, Suturen radial. Typus 1 (vgl. S. 12). – Tithon: Ernstbrunn. 13000 x.

Fig. 4 Proximalschild aus einem Micellenring, Suturen unregelmässig gekrümmt. Der Coccolith wird durch einen neu aufsprossenden Kalzitkristall zerschnitten. – Malm α: Olten. 13000 x.

1
1μ


2
1μ


3
1μ

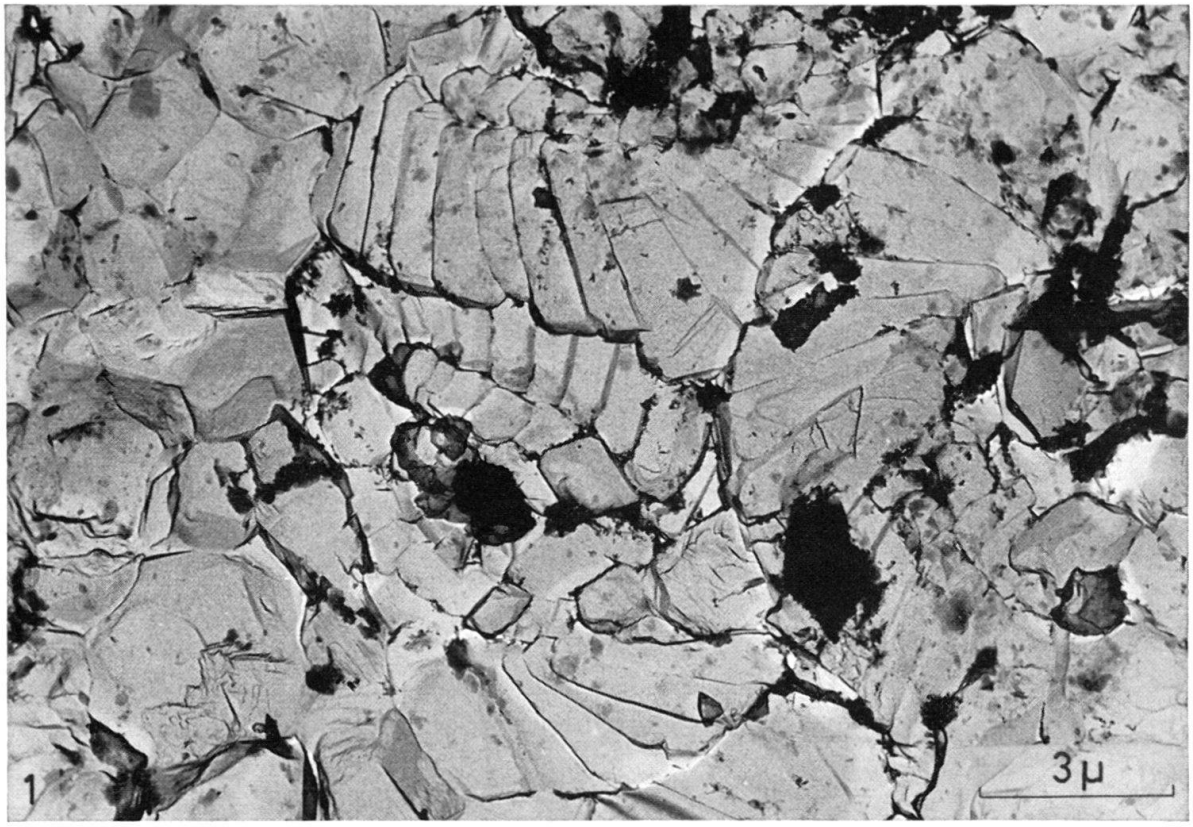

4
1μ

Tafel IV

Coccosphären

Fig. 1 Distalschilde einer im Sediment steckenden Coccosphäre. Typus 2, *Watznaueria angustoralis* REINHARDT. – Tithon: Ernstbrunn. 6600 x.

Fig. 2 Coccosphäre mit gut erhaltenen Distalschilden. – Malm α: Mellikon. 20000 x.


1
3 μ

2
1 μ