Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae

Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft

Band: 69 (1976)

Heft: 3

Artikel: Coccolithen, Flugstaub und Gehalt an organischen Substanzen in Oberjura-Plattenkalken Bayerns und SE-Frankreichs

Autor: Barthel, K. Werner

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-164529

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 15.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Eclogae geol. Helv.	Vol. 69/3	Seiten 627-639	2 Textfiguren und 4 Tafeln	Basel, November 1976

Coccolithen, Flugstaub und Gehalt an organischen Substanzen in Oberjura-Plattenkalken Bayerns und SE-Frankreichs

Von K. WERNER BARTHEL[1])

ABSTRACT

The lithographic limestones of Bavaria and SE France typically show a sequence of predominantly lower laminated beds overlain by more compact beds. Combined SEM and x-ray dispersion investigations were aimed at samples from various stratigraphic positions (Upper Kimmeridgian - Lower Tithonian) and localities. Other samples were checked by microanalysis for their organic content.

Well worn quartzose silt (diam. mostly below 10 μ) was found to be widely spread in the Bavarian lithographic limestone; it is thought to be of eolian origin, contributing less than ½% to the total composition.

Beside the well-known bituminiferous Kimmeridgian deposits of SE France a pendant (though not as rich in organic matter) was located in E Bavaria. Sediments of the latter proved to contain large numbers of well preserved coccoliths.

High content in organic matter and coccolith frequency are interdependent. Coccoliths occur on bedding planes and seams between beds; they are scarcely found within beds. In higher stratigraphic levels, as beds grow thicker, coccoliths become less frequent. Fairly quick deposition of beds is assumed whereas more time was required to accumulate the coccoliths. Taxonomic diversity of coccoliths was found to be low, with two genera, each with one species, dominating. Several types of coccolith preservation are pointed out.

Fungal and algal growths were recognized to be associated with the coccoliths and on bedding planes. The fungi are of the boring type. Their age is open to debate, possibly recent. Fungi play an important role in rock destruction and soil formation.

A short discussion on the views of other authors concerning coccoliths in the lithographic limestones concludes the paper.

Einleitung

GÜMBEL erkannte 1889 Coccolithen in den süddeutschen Plattenkalken. Elektronenmikroskopische Beobachtungen an Solnhofener Coccolithen wurden von FLÜGEL & FRANZ (1967) sowie FISCHER, HONJO & GARRISON (1967), an französischem Material von BERNIER et al. (1972) durchgeführt.

Es fehlen jedoch bisher ausführlichere Angaben über die Verteilung und Frequenz-Unterschiede der Coccolithen in diesen Gesteinen. Deshalb wurden Proben verschiedener Plattenkalk-Lokalitäten jeweils auf den Schichtflächen und

[1]) Institut für Geologie und Paläontologie der Technischen Universität, Hardenbergstr. 42, D-1000 Berlin 12.

auf senkrecht dazu liegenden Anbrüchen untersucht. Bei den Beobachtungen mit dem REM wurde auch auf abweichende Komponenten, wie etwa äolisch transportiertes, terrigenes Material geachtet. Der vermutete Zusammenhang zwischen Coccolithen-Frequenz und Gehalt an organischer Substanz war zu überprüfen. Zu diesem Zweck sammelte ich Proben aus dem Französischen Jura auf. Ein allgemeiner Vergleich der bayerischen und französischen Plattenkalk-Vorkommen erschien wichtig.

Für die Untersuchungen stand ein Raster-Elektronen-Mikroskop (REM; Cambridge 600 S) mit angeschlossenem röntgendispersivem Detektor-System (Edax 707 A) zur Verfügung. Als Proben wurden unpräparierte Gesteins-Stücke verwendet; bedampft wurde mit einem Au/Pd-Gemisch (80:20). Alle Mikrogramme habe ich selbst aufgenommen.

Ausser der Deutschen Forschungsgemeinschaft, die das REM und Mittel zur Probennahme stellte, danke ich folgenden Personen: Frau G. Buchholz, Herrn Dr. V. Diersche, Frau Dr. U. Faass, Frau Dr. E. Fendler, den Herren Prof. Dr. J. Gerloff, Prof. Dr. J.G. Helmcke, Prof. Dr. A. v. Hillebrandt, Prof. Dr. J. Kohlmeyer (Morehead City, U.S.A.), Dr. A. Mücke, J. Neher (Zürich), Dr. J. Neugebauer (Tübingen), Dr. J.H. Schröder, Prof. Dr. B. Schussnig (Jena), Prof. Dr. J. Stiefel, alle Berlin, soweit nicht anders angegeben. Ausserdem bin ich dem technischen Stab des Institutes verpflichtet.

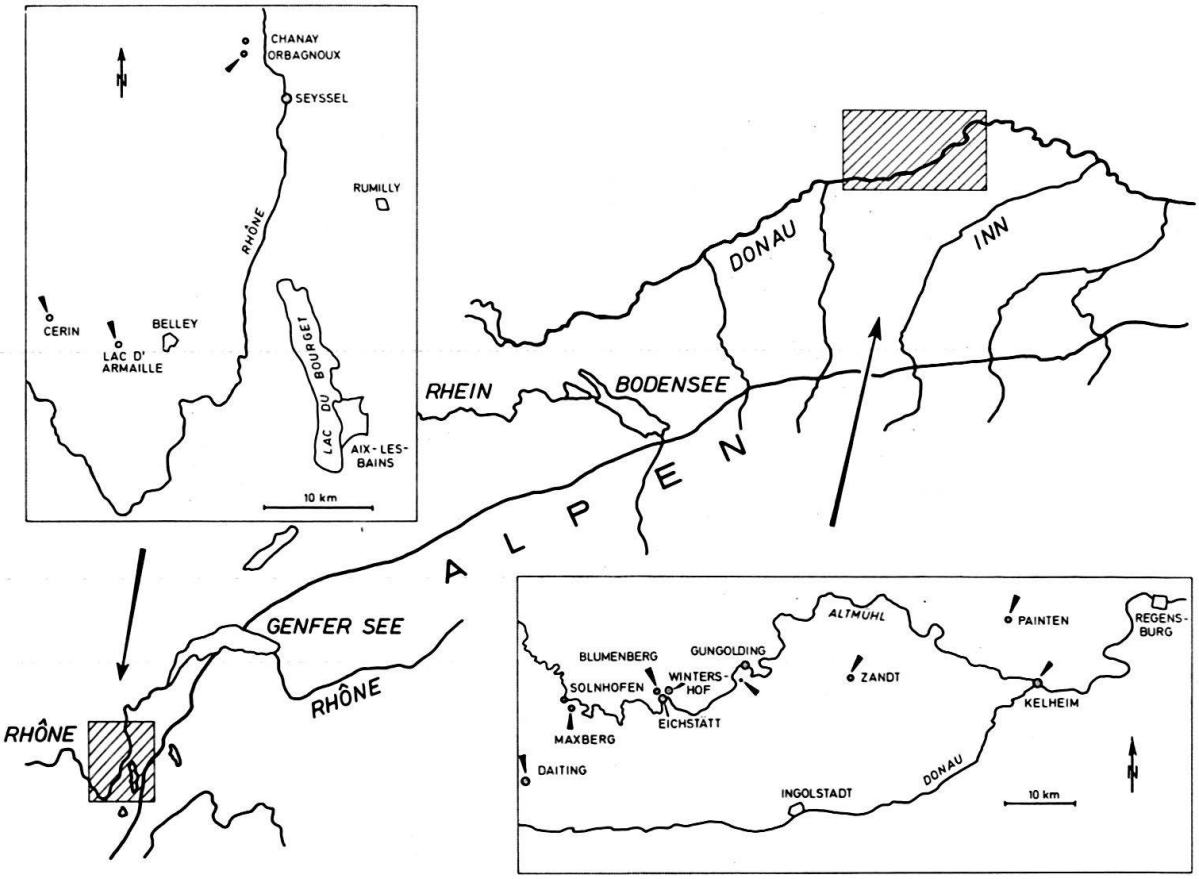


Fig. 1. Lage der Untersuchungsgebiete.

Schichtfolge und Ablagerungsraum

Die Plattenkalk-Schichtfolgen im Oberjura des Fränkischen wie des Französischen Jura sind durch zwei lithologische Abschnitte charakterisiert. Obere und untere Plattenkalk-Serien bestehen aus unregelmässigem Wechsel von härteren und weicheren Partien. In den bayerischen Bruchgebieten werden die brauchbaren Kalksteinplatten als «Flinze», die schieferartigen, weicheren Materialien als «Fäulen» bezeichnet.

1. Der tiefere Abschnitt besteht vorwiegend aus feinschichtigen Ablagerungen, die lokal Pflanzenreste und bituminöses Material enthalten. In Bayern spricht man von Unteren Solnhofener Plattenkalken (Tiefes Untertithon). An organischer Substanz reiches Material kennt man hier nur aus Teilen von etwas älteren Schichten (Oberkimmeridge, sensu Coll. Luxemburg 1967) des Regensburger Raumes. Darin finden sich häufig kohlige Reste von *Brachyphyllum* und anderen Koniferen. Altersgleich damit sind wohl die stark bituminösen Plattenkalke von Orbagnoux und vom Lac d'Armaille im Französischen Jura. Auch am berühmten Fossil-Fundpunkt Cerin (Dépt. Ain) steht an der Basis dünnschichtiges, pflanzenführendes Gestein an, doch ist hier organische Substanz nicht überliefert. Häufigste Pflanze war in SE-Frankreich *Zamites* (Bennettitales).
2. Der höhere Schichtabschnitt zeichnet sich durch die Vormacht dickerer Kalkplatten aus. Dieser Bereich wird in Bayern als Obere Solnhofener Plattenkalke ausgeschieden. Von den unteren Plattenkalken sind die oberen durch eine «Krumme Lage», ein gleitgefaltetes Schichtpaket, getrennt. Ein Pendant dazu erschliesst in Frankreich der Dorche-Einschnitt bei Orbagnoux, jedoch ist mir von dort keine Trennung der Schichtabschnitte durch gerutschte Sedimente bekannt.

Durch Schema-Profile in Figur 2 wird die lithologisch-stratigraphische Situation der wichtigsten Lokalitäten illustriert.

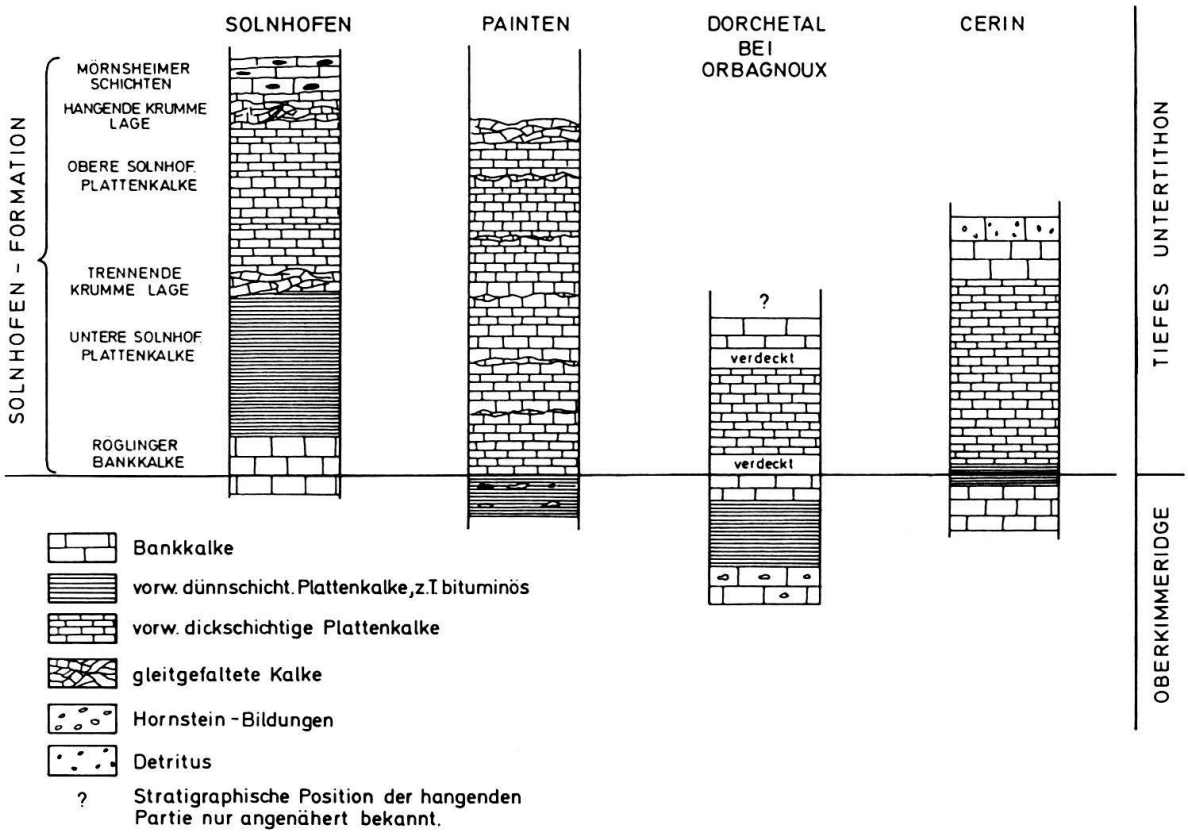


Fig. 2. Schematische Profildarstellungen (ohne Maßstab).

Sowohl die französischen als auch die bayerischen Plattenkalke wurden in Lagunen abgelagert, die durch Riff-Barrieren vom offenen Meer geschützt waren. Dementsprechend wurden die Lagunengewässer selten umgewälzt und wurden zeitweise hypersalin und anoxisch bis euxinisch (vgl. BARTHEL 1964, 1970, 1972). Die Landseite der Lagunen ist in beiden Fällen nicht erhalten, aber durch Pflanzen und Tiere dokumentiert.

Sedimente

1. Allgemeines

Erste Analysen des chemischen Bestandes gehen bereits auf GÜMBEL (1891) zurück. Weitere Werte sind in BARTHEL (1970) gegeben. Die jüngste und ausführlichste Behandlung bringt HÜCKEL (1974*a*, *b*).

Ergänzende Angaben lieferte das röntgendispersive System zum REM. Untersucht wurden Proben aus verschiedenen Bruchrevieren der Solnhofener Plattenkalke und Vorkommen des Französischen Jura (Fig. 1):

Maxberg bei Solnhofen	(Mx)
Blumenberg bei Eichstätt	(Blb)
Wintershof E	(Wiho E)
Daiting	(Dai)
Gungolding	(Gg)
Zandt	(Zdt)
Painten	(Pai R)
Kelheim	(Kel)
Cerin	(Cer)
Lac d'Armaille	(L Ar)
Orbagnoux	(Orb)

Die Befunde gehen konform mit den chemischen Analysen. Im Bereich von 0–8 KeV überragt der *Ca-Gipfel* alle anderen, die erheblich niedriger bleiben: die Peaks der Elemente K, Mg, Al, Si. Unter ihnen ist Si meist mehr ausgeprägt in der Sonderfazies von Dai, Pai R, L Ar und Orb.

2. Quarzkörnchen

Auf eine weitere Komponente des Sediments, feinsten Quarzstaub, hat bereits WALTHER (1904, p. 209) hingewiesen.

Bei den REM-Beobachtungen zeigten sich verschiedentlich auf den Schichtflächen wohlgerundete Körnchen. Ein Körnchen der Probe Zdt 3a von etwa 7 μ Durchmesser (Tafel I, Fig. 4) wurde auf die Zusammensetzung getestet. Neben einem hohen Si-Gipfel, sowie zwei kleineren gleichgrossen für Ca und Al, sind auch Fe und Ti vom Bremsstrahlen-Hintergrund noch hinreichend abgesetzt. Aus den Grössenverhältnissen der Peaks darf auf ein Quarzkorn mit Einschlüssen von Epidot und einem Ti-Mineral geschlossen werden.

Die Proben Pai R 6b, 7a (Tafel I, Fig. 3), Wiho E 2a (Tafel IV, Fig. 5) haben ebenfalls solche Körner geliefert. Die Korngrössen liegen meist unter 10 μ. Sie unterscheiden sich darin von den Quarzen BOLLIGERS & BURRIS (1970) aus dem

Oxfordien des Schweizer Jura, deren Korndurchmesser zwischen 10 μ und 150 μ liegen.

Die Verteilung des Quarzstaubes macht ein Röntgenverteilungs-Diagramm des Si über 0,9 × 0,7 mm einer Fäulen-Schichtoberfläche von Gg 6 sichtbar. In wolkiger Grundverteilung erscheinen 16 verstreute, punktförmige Anreicherungen von Si, die Quarzkörnern entsprechen. Der Prozentsatz an Quarz war daraus und aus einer Röntgendiffraktions-Analyse auf weniger als ½% abzuschätzen. Die Grundverteilung des Si deckt sich mit der des Al und gehört demnach zu Tonmineralien. Diese wurden ebenfalls durch Diffraktions-Analyse in einem Verhältnis Kaolinit:Illit:Illit/Montmorillonit wie 3:4:6 ermittelt (frdl. Auswertung durch Prof. Dr. H. Kallenbach). Der Befund liegt im Rahmen von HÜCKELS Ergebnissen (1974*a*).

3. Interpretation und Herkunft der Quarzkörnchen

Die durchschnittliche Größe der Körner weist auf äolische Verfrachtung oder langen Transport und gute Frachtsonderung durch Strömungen (vgl. BOLLIGER & BURRI 1970). Verteilung dieser Korngrössen durch Suspension im Küstenbereich wäre denkbar, dann müsste jedoch der Anteil an wenig transportierten Mineralfragmenten besser vertreten sein.

Da die Rundung die gleiche ist wie bei Körnern des äolischen Sahara-Staubs aus Libyen (KRINSLEY & DOORNKAMP 1973) erscheint mir Windtransport am wahrscheinlichsten.

Das Herkunftsgebiet dieses Flugstaubs ist schwer zu eruieren. Es läge nahe, die Böhmische Masse dafür heranzuziehen, doch war sie zu jener Zeit weitgehend von älteren Oberjura-Sedimenten bedeckt (BARTHEL 1969, p. 146). Nimmt man jedoch ein System von Südmonsunen und nördlichen Gegenmonsunen an, wie es aus verschiedenen Gründen zu postulieren ist, so stammt der Staub aus dem gleichen Liefergebiet, das BOLLIGER & BURRI 1970 für die Quarzstaub-Einlagerungen des Oxford im Schweizer Jura vermuten. Es ist das auftauchende zentraleuropäische Land (BARTHEL 1969). In diesen nördlichen Gebieten waren zu Beginn des Tithon bereits grössere Flächen landfest als während des Oxford. Vor allem dürfte sich die Rheinische Masse bemerkbar gemacht haben.

Das früher oftmals als Liefergebiet herangezogene Vindelizische Land im Süden war bereits zu Beginn des Oberjura überflutet worden (vgl. u.a. FESEFELDT 1962) und ist somit für unsere Betrachtungen uninteressant. Aus den französischen Plattenkalk-Gebieten besitze ich bisher nur Andeutungen von Flugstaub durch Röntgendiffraktions-Proben von Orb und L Ar. Das nahegelegene Massif Central hatte vermutlich genügend exponierte Flächen, um als Liefergebiet in Betracht zu kommen.

4. Mineralneubildungen

HÜCKEL (1974*a*) hat neben den Quarzen auch in geringem Mass Feldspat-Neubildungen aus den Plattenkalken angeführt. Mit dem REM sind diese Neubildungen nur schwer zu erfassen. In der Probe Pai R 7a zeigten dennoch einige schlecht ausgebildete Kristalle (10–40 μ) durch ihre Elementpeak-Höhe Kalifeldspat-Zusammensetzung an (Si, Al, K in absteigender Höhe).

5. Gehalt an organischer Substanz

Nur selten finden sich noch Reste organischer Abbauprodukte in den typischen Plattenkalken (vgl. WALTHER 1904, p.209). Beträchtliche Anteile bituminöser Substanzen haben sich jedoch in der etwas abweichenden Fazies bei Orbagnoux und am Lac d'Armaille erhalten. Sie wurden und werden dort abgebaut.

In Bayern waren bituminöse Ablagerungen in den Plattenkalken bisher unbekannt. An der Basis des Bruches Rygol bei Painten sind derzeit Schichten mit bituminösen Einschaltungen aufgeschlossen. Sie enthalten Hornsteinlagen und -knollen. Nach STREIM (1961) werden sie dem obersten Kimmeridgien (sensu Coll. Luxemburg 1967) zugerechnet.

Zur Ermittlung der Menge an organischem Material wurden zwei Proben von Painten der Mikroanalyse unterzogen.

Probe Pai R 5:		
1. Rückstand nach Lösen in 2n HCl, getrocknet:		14,7%
2. Daraus gewonnene, abgerundete Werte (14,7 = 100%)		
für	C	14,7%
für	H	2,0%
für	C + H	16,7%
3. Rest des Original-Rückstands (1.) nach Glühen, 14,7 = 100%		68,4%
4. Volatiler Anteil des Original-Rückstands		31,6%
5. C + H Gehalt des volatilen Rückstands (31,6 = 100%)		52,8%
6. Ermittelter C + H Prozentsatz in der Gesamt-Probe		2,25%

Der Gehalt an organischer Substanz ist mit 2,25% keineswegs erheblich, liegt aber deutlich höher als in typischen fränkischen Plattenkalken.

Probe Pai R 6 erbrachte ein C:H Verhältnis von 18,0:1,1 und der organische Gehalt errechnete sich zu 5,2%. Im bergfeuchten Zustand ist das Gestein dieser Probe schwarzbraun, im getrockneten braungrau (Tafel I, Fig. 2).

Zum Vergleich wurden auch Gesteine von Orbagnoux und vom Lac d'Armaille analysiert:

Probe Orb 6 (Tafel I, Fig. 1) hatte ein C:H Verhältnis von 40,0:1,1 bei einem Gehalt von 17,6% bituminöser Substanz. Der Bitumen-Anteil der Probe L Ar 1a war geringer; bei einem C:H Verhältnis von 19,3:1,6 beträgt er rund 8%.

Nach Behandlung in HCl wurden die Rückstände der genannten Proben dem Röntgendiffraktions-Verfahren unterzogen, um mögliche Beziehungen von Tongehalten zur Bitumenführung zu erfassen. Einzig die Probe L Ar zeigte eine Spur von Illit. Quarz enthielten alle drei Proben in geringer Menge, Orb auch etwas Feldspat. Die Auswertung verdanke ich Prof. Dr. H. Kallenbach.

Alle diese Proben führen reichlich Coccolithen. Ihre Häufung, der Reichtum an anderem pflanzlichem Material und sonstigen organischen Substanzen sind weitgehend gekoppelt.

Die Coccolithophoriden

1. Erhaltung der Coccolithen

Auf Schichtflächen, in «Fäulen» und bituminösen Lagen: Neben ausgezeichnet erhaltenen Coccolithen der bituminösen Partien liegen in den Plattenkalken auch

andere Stadien der Überlieferung vor. Dazu gehören Coccolithen, deren zentrale Plattform im ersten Zerfallstadium verlorenging, so dass nur noch der Ring äusserer Elemente erhalten blieb (Tafel IV, Fig. 6). NOËL (1965) hat ein solches Stadium als *«Calolithus martelae»* beschrieben (hierzu auch ROOD et al. 1971, p. 268).

In der Probe Blb 1c sind angelöste Coccolithen und die Schichtfläche teilweise mit einer dichten Karbonatlage (Tafel III, Fig. 1, Edax-Nachweis) überzogen, die selbst bei 10^4-facher Vergrösserung strukturlos ist. Die Oberfläche wirkt dadurch verfliessend-verschwommen. Ursache dieser Erhaltung ist wohl spätdiagenetische Stoffumlagerung durch auf den Schichtflächen zirkulierendes Süsswasser.

Allerdings kann auch in Schichten mit reichlich organischem Inhalt die Erhaltung gefährdet sein. Ohne Lösung erfolgt hier Überkrustung der Coccolithen. Dieser Vorgang steht im Zusammenhang mit der Bildung amorpher Kalklagen, die ablagerungs-synchron oder frühdiagenetisch anzusetzen ist.

Obwohl Coccosphaeren in den bituminösen Schichten reichlich angetroffen werden (Tafel II, Fig. 1), sind nur wenige vollkommen erhalten. Grund dafür ist die Herstellung der Präparate durch einfaches Brechen oder Spalten. Angebrochene Sphaeren belegen verschiedene Stadien der Erhaltung: Einmal bestehen Sphaeren aus perfekten, zarten Doppelschilden, und im hohlen Innenraum befinden sich nur kleine Neubildungen von Calzit (Tafel II, Fig. 2). Bei anderen Sphaeren haben die Coccolithen an Massigkeit gewonnen. Die beiden Schilde beginnen diagenetisch (?) zusammenzuwachsen (Tafel II, Fig. 3 und 6); im Hohlraum findet verstärktes Kristallwachstum statt (Tafel II, Fig. 6), das nahezu zur gänzlichen Füllung durch einen einzigen Rhomboëder führen kann, ohne dass dabei die Coccolithen in Mitleidenschaft gezogen werden. Schliesslich gibt es auch noch völlig verfüllte Sphaeren (Tafel II, Fig. 3). Die Füllmasse zeigt hier keine Kristallstruktur und hat jedes Detail der Unterseite von abgefallenen Coccolithen abgedrückt.

In den «Flinzen» finden sich nur vereinzelt Coccolithen-Bruchstücke (Tafel II, Fig. 5). Häufig sind diese Exemplare stärker umkristallisiert, und es ist oft schwierig, sie in der Grundmasse auszumachen. Seltenheit solcher Stadien ist mehr der geringen Anzahl der Reste als diagenetischer Umwandlung zuzuschreiben. Im anderen Fall wären Übergangs-Stadien des Abbaus der Coccolithen häufiger anzutreffen.

Ergebnisse von SCHLANGER & DOUGLAS (1974) scheinen dieser Annahme gerade aufgrund von diagenetischen Veränderungen an Coccolithen und Foraminiferen zu widersprechen. Es lässt sich jedoch zeigen, dass die Erhaltung der Foraminiferen, die ebenfalls in schlämmbaren Lagen der Plattenkalke viel häufiger gefunden werden als in den harten Flinzen, in beiden Gesteinen gut ist. Es können also nicht die von SCHLANGER & DOUGLAS aus einer Bohrung des DSDP beschriebenen Bedingungen geherrscht haben. Ein Vergleich für die Diagenese ist auch aus anderen Gründen nicht gegeben. Denn, einmal hat sich der Ablagerungsraum der Plattenkalke, die ja mit Korallenriffen verzahnt sind, niemals im Tiefwasserbereich befunden, zum andern wurde nicht die Summe von Sediment- und Wasserauflast erreicht. Ausserdem war die Region am Ende des Jura landfest geworden, und die Sedimente gerieten unter den Einfluss vadoser Gewässer.

Schwer verständlich wäre auch, warum die Coccolithen dünner Coccolithen-Lagen zwischen Flinzen besser erhalten sind (Tafel I, Fig. 5), obwohl sie poröser sind als die letzteren. Man sollte also gerade in solchen Coccolithen-Lagen durchgreifende Lösung und Umkristallisierung erwarten. NEUGEBAUER (1975) konnte für die Schreibkreide Rekristallisation der Coccolithen nicht nachweisen. Er hält sie auch in den Solnhofener Plattenkalken für unwahrscheinlich (mündl. Mitt.).

Die Armut an Coccolithen in den Flinzen muss demnach primärer Natur sein.

2. *Verteilung der Coccolithen*

Die Durchsicht der Proben ergab von Ort zu Ort und von Schicht zu Schicht Unterschiede in der Häufigkeit der Coccolithen.

Plattenkalk-Proben mit wenigen Coccolithen auf den Schichtflächen stammen vom Maxberg, von Wintershof Ost, von Gungolding, Zandt und Cerin.

Dagegen führen die Schichtflächen der Proben vom Blumenberg (Tafel II, Fig. 1), von Kelheim, Painten, Orbagnoux und vom Lac d'Armaille häufig oder massenhaft Coccolithen. Wo die Coccolithen die Schichtflächen dicht besetzt halten, sind vielfach auch die Coccosphaeren noch intakt.

Aufeinanderfolgende Lagen sind gelegentlich durch die Vorherrschaft anderer Gattungen unterschieden: Orb 1a: Zwischen *Cyclagelosphaera*-Lagen sind, wenn auch selten, solche von *Zygodiscus/Corollithion* eingeschoben.

3. *Ursachen für die Verteilung der Coccolithen*

Das gehäufte Auftreten von Coccolithen auf den Schichtflächen und ihre Spärlichkeit in den Schichten steht im Zusammenhang mit dem Ablagerungs-Rhythmus. Wie anderenorts bei einer klaren Kalk/Mergel-Wechsellagerung die Mergel die Lieferanten zahlreicher Coccolithen sind (THIERSTEIN 1973, p. 7), finden sie sich auch bei den Plattenkalken zwischen den Kalklagen und haften oft auch an deren Oberfläche. Solche Coccolithen-Anreicherungen verlangen erhebliche Ablagerungsdauer. 1970 und 1972 habe ich für Solnhofen, aus anderen Gründen, den weichen Fäulen längere Bildungszeiten zugebilligt als den harten Flinzen. Die Massierung auf den Schichtflächen, also am Übergang Flinz/Fäule, geht konform mit der Tatsache, dass sich dort die Megafauna findet. Auch die «Konzentrierung» der meist spärlichen Megafauna erforderte erhebliche Zeit (vgl. p. 637).

Flinze dagegen bestehen aus Material, das durch schwere See und Stürme vom Meer in die Lagune gebracht (VAN STRAATEN 1971, BARTHEL 1972) und dort schnell sedimentiert wurde (vgl. hierzu DAVAUD & LOMBARD 1975).

Im aufgewühlten Sediment vorhandene Coccolithen zerfielen oder waren zerfallen, und ihr Anteil am Sediment war nur untergeordnet. Langsamer, kontinuierlicher «Coccolithen-Regen», dazu geringe sonstige Sedimentablagerung, wie bei ruhiger See, ist unter Sturmbedingungen nicht zu erwarten.

Alternieren coccolithenreicher und -armer Lagen könnte Ausdruck jahreszeitlicher (?) Schwankungen des Klimas sein. Die dicken, armen Lagen entsprächen Perioden schlechter Witterung, im Extrem Wirbelstürmen. Durch Auszählen der Flinze wäre demnach die Dauer der Plattenkalk-Bildung zu ermitteln. WALTHER

(1904) kam dadurch zu erstaunlich kurzen Zeiten. Vernachlässigt wurde dabei jedoch, dass Fäulen vielfach aus einer grossen Zahl blattdünner Flinze und ihrem Zwischenmittel bestehen. So setzt sich beispielsweise ein 20 mm starkes Fäulenpaket aus dem Gungoldinger Revier aus 55 feinen Schichten, die kaum Coccolithen enthalten, zusammen; im Steinbruch spaltet es nur in drei Platten auf.

Auch viele der dicken Flinze weisen Kryptoschichtung auf, die kaum auffällt. Nach diesen Gesichtspunkten, also über FESEFELDTS Arbeiten (1962) hinaus, wurden die Plattenkalke noch nicht untersucht. Meine Schätzung einer Ablagerungsdauer von 10^5 bis 3×10^5a (BARTHEL 1964) dürfte bei Berücksichtigung der Feinschichtung in der richtigen Grössenordnung liegen.

Die Ablagerungs-Rhythmik der Coccolithen in den Plattenkalken ist angenähert vergleichbar mit der von MÜLLER & BLASCHKE (1971) beschriebenen (Lias ε, Württemberg; Schwarzes Meer, rezent). Besonders die stärker bitumenhaltigen Plattenkalke von Orbagnoux, Lac d'Armaille und Painten bilden dazu Parallelen: laminierte Sedimente, reich an organischem Material, wechseln mit Coccolithen-Lagen. Nach rezenten Beispielen leiten MÜLLER & BLASCHKE Meerestiefen von über 200 m für die fossilen Vorkommen ab. Paläogeographische und fazielle Gegebenheiten (BARTHEL 1970) machen diese Tiefe für den Bildungsraum der Plattenkalke unwahrscheinlich (siehe dazu auch SCHOLLE & KLING 1972, p. 203). Massenhaft intakte Coccosphaeren in den bituminösen Plattenkalken sind ein Argument für geringe Absinktiefe, da die Sphaeren unter normalen Bedingungen bereits auf dem Weg zum Grund zerfallen (vgl. OKADA & HONJO 1970). Die Frequenz der Coccolithen ist nur lokal und in bestimmten Schichtabschnitten der Plattenkalke von solcher Bedeutung geworden wie in laminierten Sedimenten weitgehend euxinischen Ursprungs (MÜLLER & BLASCHKE l.c.). Die Übereinstimmungen aber lassen sich immerhin in beiden Fällen auf stagnierende Bedingungen zurückführen.

4. Diversität der Coccolithen

Zwei Gattungen mit je einer Art beherrschen das Coccolithen-Spektrum in den Plattenkalken: *Watznaueria communis* REINHARDT 1964 und *Cyclagelosphaera margereli* NÖEL 1965. Die neun anderen Gattungen treten dagegen stark zurück. Ein ähnliches Verhältnis ist auch aus den Floren von BARNARD & HAY 1974 abzulesen. Es deckt sich mit den Erfahrungen, die HONJO et al. (1974, p. 565) über die Diversität rezenter Coccolithen im Schelfbereich gewannen: im Untersuchungsgebiet dominiert nur eine Art. Im offenen Ozean überwiegen andere Gattungen, und die Artenfrequenz steigt.

Die Anpassung an unterschiedliche Lebensbereiche, Schelf und offener Ozean, besteht damit bereits seit Jura- und Kreidezeit (vgl. auch THIERSTEIN 1973, p. 35).

Reste von Algen und Pilzen

Neben den Coccolithen enthalten die Proben aus den Plattenkalken feine schlauchartige, z. T. anastomosierende Stränge. Besonders gut erhalten sind sie in den bitumenhaltigen, coccolithenreichen Sedimenten von Pai R 5a, 7a - L Ar 1a - Orb 1a. Sie fehlen auch in den meisten anderen Proben nicht, lassen aber in der

Erhaltung zu wünschen übrig. Dazu kommen zusammenfliessende, unregelmässig gefächerte Strukturen (Tafel IV, Fig. 1), wie sie auch BERNIER & GAILLARD (1974) aus dem Malm des Französischen Jura bekannt gemacht haben.

Bei der Deutung sind vor allem zwei Möglichkeiten in Betracht zu ziehen:

1. *Algen-Strukturen:* Darunter sind die von BERNIER & GAILLARD angeführten Strukturen zu verstehen. Sie wurden von diesen Autoren als Algen gedeutet. Das Mikrogramm Fig. 1 auf Tafel IV wurde Prof. Dr. J. Kohlmeyer (Morehead City, N.C.) vorgelegt. Die Algen-Natur wird von ihm als sehr wahrscheinlich angesehen. Es könnte sich um oberjurassische Algen handeln.
   Vielleicht ist auch das Original zu Tafel III, Fig. 2, hier zu nennen. Alternativ besteht die Möglichkeit, dass das Fragment von einer höheren Pflanze stammt. Vom gleichen Fundpunkt am Maxberg erwähnt nämlich WALTHER (1904, p. 209) aus Ätzrückständen Pflanzenflitter.

2. *Pilz-Mycele:* Die Rolle der Pilze ist wegen ihrer Unscheinbarkeit bislang unterbewertet worden. Ihre destruktive Wirkung wird durch die Möglichkeiten des REM zusehends deutlicher.
   Tafel IV, Fig. 2 und 4, zeigen Strukturen, die nach Prof. Kohlmeyer Pilzen zuzurechnen sind. Dazu gehört auch das Objekt auf Tafel IV, Fig. 3, bei dem es sich nach meiner Meinung um eine globose Apicalzelle handelt (KOHLMEYER 1968, Fig. 4–6).
   Die Interpretation dieser Pilze birgt jedoch erhebliche Unsicherheiten. Einerseits könnte man die das Gestein durchziehenden Mycele als fossil ansehen, andererseits haben NEHER & ROHRER (1959) auf rezente, tief im Gestein bohrende Pilze hingewiesen. Im ersten Fall hätten wir bei den Plattenkalken mit Pilzen des marinen, im zweiten mit solchen des terrestrischen Environments zu rechnen. Erschwert wird die Entscheidung, weil KOHLMEYER (1969), ROONEY & PERKINS (1972) und GOLUBIC et al. (1975) marine, in Schalenresten und Sedimentpartikeln bohrende Pilze beschrieben, die erhebliche Ähnlichkeiten mit den von mir beobachteten Strukturen aufweisen.
   Sicher fossil ist wohl der kollabierte Faden auf Tafel III, Fig. 1. Er ist auf einer Schichtfläche verkalkt. Die Fossilisierung muss jedoch nicht jurassischen Alters gewesen sein. Dann sind es Pilze gewesen, die in Zusammenhang mit tertiären oder pleistozänen Bodenbildungen standen. Die Pilze drangen entlang von Schichtflächen vor und sind später fossilisiert worden.
   Pilzstrukturen aus Verwitterungsböden vulkanischer Gesteine hat SCHWAIGHOFER (1974) als Halloysit-Röhrchen interpretiert. Ich glaube, dass es sich lediglich um selektive Anreicherung von Halloysit entlang von Pilzfäden handelt. DEBRAND-PASSARD et al. berichteten kürzlich (1975) ebenfalls von «ultrastructures» aus oberjurassischen Gesteinen, die den SCHWAIGHOFERschen durchaus nahestehen. Auch dabei liegen überwiegend Pilze vor, die vom Boden her ins Gestein vordrangen. Da die Eindringtiefe mindestens einige Dezimeter beträgt, ist auch bei den Plattenkalken Zerbohrung durch lebende, terrestrische Pilze nicht auszuschliessen. Der Beweis fossil oder rezent ist nur durch den Nachweis lebender organischer Strukturen in den Hyphen zu führen.

In diesem Rahmen näher auf gesteinszerstörende Algen und Pilze einzugehen, ist nicht möglich. So soll der kurze Exkurs in das für die Sedimentologie bedeutsame Phänomen zu spezielleren Beobachtungen anregen.

Diskussion

Nach den Coccolithen-Anteilen am Sediment, die SCHOLLE & KLING (1972, p. 202) für die «backreef-lagoon» hinter den Riffen von Britisch-Honduras geben (7–20%, je nach Entnahmeort), würde man auch bei manchen jurassischen Plattenkalken von «Coccolithen-Schlamm» sprechen können. Allein, da nach meinen Befunden die Coccolithen in den dichten Plattenkalken (Ob. Solnhofener Schichten; Cerin) spärlich und nur in bestimmten Lagen angereichert sind, sollte diese Bezeichnung dafür vorerst unterbleiben.

Die Physiographie der Küste von Britisch-Honduras eignet sich nach SCHOLLE & KLING als Modellvergleich mit den fossilen Bedingungen in Bayern und, vielleicht sogar besser noch, mit denen im Französischen Jura. Allerdings sind von Britisch-Honduras Daten über Feinschichtung wie in den Plattenkalken unbekannt. Auch über die faunistische Besiedlung des dortigen Lagunenbodens liegen mir keine Angaben vor. Untersuchungen und Probennahmen durch Taucher wären wünschenswert, um gültige Vergleiche zu gewinnen.

SCHOLLE & KLING beziehen die Lagune in den Lebensbereich der Coccolithen ein. Sicherlich darf dies zeitweise auch für die jurassischen Lagunen Europas vermutet werden. Schwankende Salinitäts-Verhältnisse im Lagunenbereich dürften jedoch einschränkend gewirkt und stetigen Nachschub von der offenen See her verlangt haben.

In diesem Rahmen ist auch die Ansicht von DE BUISSONJÉ (1972) zu betrachten. Er glaubt, wie schon GÜMBEL, dass die Plattenkalke aus Coccolithenschlamm entstanden sind und führt den Tod der Megafauna auf «red tides» zurück, die von Coccolithophoriden verursacht wurden.

Demgegenüber haben FLÜGEL & FRANZ (1967, p. 258) angedeutet, dass die Coccolithen am Gesteinsaufbau nur wenig beteiligt sind. Treten sie gelegentlich sehr häufig auf (Pai R, Kel, L Ar, Orb), so finden sich hier eben jene Formen massenhaft, die auch anderweitig im Florenbild dominieren (vgl. BARNARD & HAY 1974). Man hätte demnach kontinentweite «red tides» zu postulieren. Auffällig ist, dass in den Plattenkalk-Bereichen mit den meisten Coccolithen Megafaunen sehr spärlich, Pflanzenreste dagegen reichlich sind. Es sollte jedoch gerade dort besonders starker Anfall von Tierleichen zu erwarten sein. Aber auch in den coccolithenarmen Plattenkalken widerspricht die Seltenheit der Megafauna, abgesehen von *Saccocoma*, den «red tides». Bei «red tides» sollte man nämlich zahlreiche abgetötete Fisch- und Tintenfisch-Schulen antreffen, die ohne Zweifel zeitweise die Oberflächengewässer der Lagunen bevölkerten. Solche Massensterben sind registriert aus den cenomanen Plattenkalken des Libanon. Aber auch dafür gibt es andere Interpretationen als «red tides» (HÜCKEL 1970).

Die von DE BUISONJÉ entwickelte Hypothese erscheint mir aus den dargelegten Gründen nicht befriedigend. Ich sehe darum keinen Grund, mein Modell von 1972 zu revidieren.

Für die Plattenkalk-Sedimentbildung erscheinen die Coccolithen nur lokal von einiger Wichtigkeit. Sie spielen in den jurassischen Vorkommen nach gegenwärtiger Kenntnis nur in jenen Schichtabschnitten eine Rolle, die noch nicht durch starke, episodische Karbonat-Zufuhr charakterisiert sind. Ihre Bedeutung liegt vielmehr in ihrem Charakter als Indikatoren des marinen Milieus, gerade in den Partien des Gesteins, das man früher teilweise supralitoral deutete, sowie als Beleg von Zeiträumen mit geringerem Sedimentanfall.

LITERATURVERZEICHNIS

BARNARD, T., & HAY, W.W. (1974): *On Jurassic Coccoliths: A tentative zonation of the Jurassic of Southern England and North France.* - Eclogae geol. Helv. *67*/3, 563-585.

BARTHEL, K.W. (1964): *Zur Entstehung der Solnhofener Plattenkalke (unteres Untertithon).* - Mitt. bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol. *4*, 37-69.

— (1969): *Die obertithonische, regressive Flachwasser-Phase der Neuburger Folge in Bayern.* - Abh. bayer. Akad. Wiss., math.-natw. Kl. [N.F.] *142*.

— (1970): *On the deposition of the Solnhofen lithographic limestone (Lower Tithonian, Bavaria, Germany).* - N. Jb. Geol. Paläont. [Abh.] *135*, 1-18.

— (1972): *The genesis of the Solnhofen lithographic limestone (Low. Tithonian): further data and comments.* - N. Jb. Geol. Paläont. [Mh.] *1972*/3, 133-145.

BERNIER, P., BUSSON, G., ENAY, R., & NOËL, D. (1972): *Les calcaires bitumineux d'Armailles, formation laminée du Kimméridgien de la région de Belley (Ain), et leurs conditions de depôt.* - C.R. Acad. Sci. (Paris) *274*, 2925-2928.

BERNIER, P., & GAILLARD, CH. (1974): *Ultrastructures observées dans des encroûtements calcaires de type stromatolithique.* - C.R. Acad. Sci. (Paris) *278*, 557-559.

BOLLIGER, W., & BURRI, P. (1970): *Sedimentologie von Schelf-Carbonaten und Beckenablagerungen im Oxfordien des zentralen Schweizer Jura.* - Beitr. geol. Karte Schweiz [N.F.] *140*.

BUISONJÉ, P.H. DE (1972): *Recurrent Red Tides, a Possible Origin of the Solnhofen Limestone* (I/II). - Proc. k. nederl. Akad. Wetensch. (B), *75*/2, 152-177.

DAVAUD, E., & LOMBARD, A. (1975): *Statistical Approach to the Problem of Alternating Beds of Limestone and Marl (Upper Oxfordian of the French Jura).* - Eclogae geol. Helv. *68*, 491-509.

DEBRAND-PASSARD, S., FLAMAND, D., & MANIVIT, H. (1975): *Ultrastructures nouvelles et non identifiées dans les calcaires de l'Oxfordien supérieur de la Champagne berrichonne.* - Geobios *8*, 325-331.

FESEFELDT, K. (1962): *Schichtfolge und Lagerung des oberen Weissjura zwischen Solnhofen und der Donau (Südliche Frankenalb).* - Erlanger geol. Abh. *46*.

FISCHER, A.G., HONJO, S., & GARRISON, E. (1967): *Electron Micrographs of Limestones and their Nannofossils.* - Monogr. Geol. Paleont. *1* (Princeton Univ. Press).

FLÜGEL, E., & FRANZ, H.E. (1967): *Elektronenmikroskopischer Nachweis von Coccolithen im Solnhofener Plattenkalk (Ober-Jura).* - N. Jb. Geol. Paläont. [Abh.] *127*/3, 245-263.

GOLUBIC, S., PERKINS, R.D., & LUKAS, K.J. (1975): *Boring microorganisms and microborings in carbonate substrate. Study of trace fossils* (Ed. R.W. FREY), p. 229-259. - Springer, Heidelberg.

GÜMBEL, C.W. VON (1889): *Kurze Erläuterungen zu dem Blatte Ingolstadt (No. XV) der geognostischen Karte des Königsreiches Bayern.* - Fischer, Cassel.

— (1891): *Geognostische Beschreibung des Königreiches Bayern, Vierte Abtheilung - Geognostische Beschreibung der Fränkischen Alb.* - Fischer, Cassel.

HONJO, S., EMERY, K.O., & YAMAMOTO, S. (1974): *Non-combustible suspended matter in surface waters off eastern Asia.* - Sedimentology *21*, 555-575.

HONJO, S., & OKADA, H. (1974): *Community structure of coccolithophores in the photic layer of the mid-Pacific.* - Micropaleontology *20*/2, 209-230.

HÜCKEL, U. (1970): *Die Fischschiefer von Haqel und Hjoula in der Oberkreide des Libanon.* - N. Jb. Geol. Paläont. [Abh.] *135*/2, 113-147.

— (1974a): *Vergleich des Mineralbestandes der Plattenkalke Solnhofens und des Libanon mit anderen Kalken.* - N. Jb. Geol. Paläont. [Abh.] *145*, 153-182.

— (1974b): *Geochemischer Vergleich der Plattenkalke Solnhofens und des Libanon mit anderen Kalken.* - N. Jb. Geol. Paläont. [Abh.] *145*, 279-305.

KOHLMEYER, J. (1968): *Revisions and Descriptions of Algicolous Marine Fungi.* - Phytopath. Z. *63*, 341-363.

— (1969): *The Role of Marine Fungi in the Penetration of Calcareous Substances.* - Amer. Zoologist *9*, 741-746.

KRINSLEY, D.H., & DOORNKAMP, J.D. (1973): *Atlas of quartz sand surface textures.* - Cambridge Univ. Press.

MÜLLER, G., & BLASCHKE, R. (1971): *Coccoliths: Important Rock-Forming Elements in Bituminous Shales of Central Europe.* - Sedimentology *17*, 119-124.

NEHER, J., & ROHRER, E. (1959): *Bakterien in tieferliegenden Gesteinslagen.* - Eclogae geol. Helv. *52/2*, 619-625.

NEUGEBAUER, J. (1975): *Fossil-Diagenese in der Schreibkreide: Coccolithen.* - N. Jb. Geol. Paläont. [Mh.] *1975*, 489-502.

NOËL, D. (1965): *Sur les Coccolithes du Jurassique Européen et d'Afrique du Nord.* - Ed.: Cent. natl. Rech. sci. Paris.

OKADA, H., & HONJO, S. (1970): *Coccolithophoridae distributed in Southwest Pacific.* - Pacific Geol. *2*, 11-20.

ROOD, A.P., HAY, W.W., & BARNARD, T. (1971): *Electron Microscope Studies of Oxford Clay Coccoliths.* - Eclogae geol. Helv. *64/2*, 245-272.

ROONEY, W.S., & PERKINS, R.D. (1972): *Distribution and Geologic Significance of Microboring Organisms Within Sediments of the Arlington Reef Complex, Australia.* - Bull. geol. Soc. Amer. *83*, 1139-1150.

ROTH, P.H., & THIERSTEIN, H. (1972): *Calcareous Nannoplancton: Leg 14 of the Deep Sea Drilling Project.* - Init. Rep. Deep Sea Drill. Proj. *14*, 421-485 (Washington, Govt. Print. Office).

SCHLANGER, S.O., & DOUGLAS, R.G. (1974): *The pelagic ooze-chalk-limestone transition and its implications for marine Stratigraphy.* - Spec. Publ. int. Assoc. Sedimentol. *1*, 117-148.

SCHOLLE, P.A., & KLING, S.A. (1972): *Southern British Honduras: Lagoonal Coccolith Ooze.* - J. sediment. Petrol. *42/1*, 195-204.

SCHWAIGHOFER, B. (1974): *Zur Verwitterung vulkanischer Gesteine. Ein Beitrag zur Halloysit-Genese.* - Mitt. geol. Ges. Wien, *66-67*, 221-236.

STRAATEN, L.M.J.U. VAN (1971): *Origin of Solnhofen Limestone.* - Geol. en Mijnb. *50/1*, 3-8.

STREIM, W. (1961): *Stratigraphie, Fazies und Lagerungsverhältnisse des Malm bei Dietfurt und Hemau (Südliche Frankenalb).* - Erlanger geol. Abh. *38*.

THIERSTEIN, H.R. (1971): *Tentative Lower Cretaceous Calcareous Nannoplancton Zonation.* - Eclogae geol. Helv. *64/3*, 459-488.

— (1973): *Lower Cretaceous Calcareous Nannoplancton Biostratigraphy.* - Abh. geol. Bundesanst. (Wien) *29*.

WALTHER, J. (1904): *Die Fauna der Solnhofener Plattenkalke. Bionomisch betrachtet.* - Jenaische Denkschr. *11* (Haeckel Festschr.), 135-214.

Nachtrag

Während der Korrektur erschien die Arbeit:

KEUPP, H. (1976): *Kalkiges Nannoplankton aus den Solnhofener Schichten (Unter-Tithon). Südliche Frankenalb.* - N. Jb. Geol. Paläont. [Mh] *1976/6*, 361-381.

KEUPP weist in seiner Einführung auf die Häufung von Coccolithen in Fäulen und auf Oberflächen der Flinze hin. Er interpretiert das reichliche Vorkommen als «Lösungshartgründe». Die Publikation:

FAY, M. (1976): *Riffnahe Resedimente im Raum Kelheim: Lithologie, Genese und stratigraphische Bemerkungen.* - N. Jb. Geol. Paläont. [Abh.] *152*, 51-74.

erläutert die Situation der Probe Kel/Fay D26, Tafel II, Fig. 1.

Tafel I

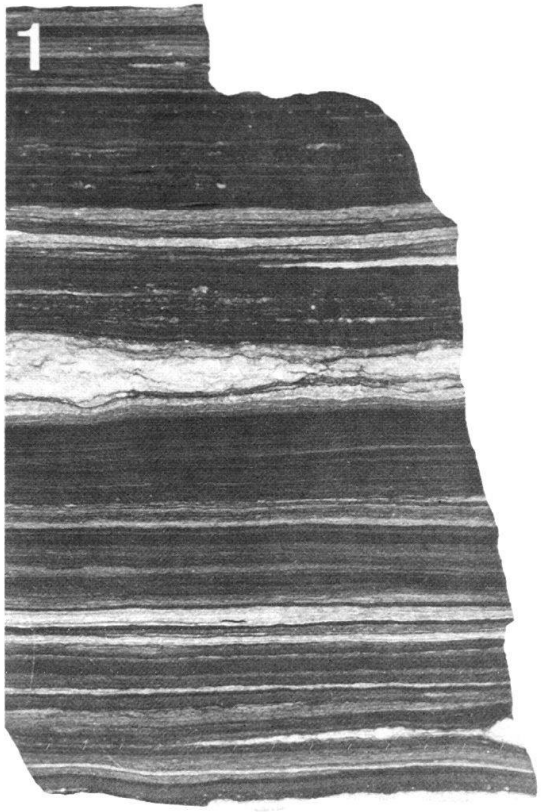
Fig. 1 Laminierter Plattenkalk von Orbagnoux (Département Ain, SE-Frankreich). Höheres Kimmeridgien. Natürliche Grösse.

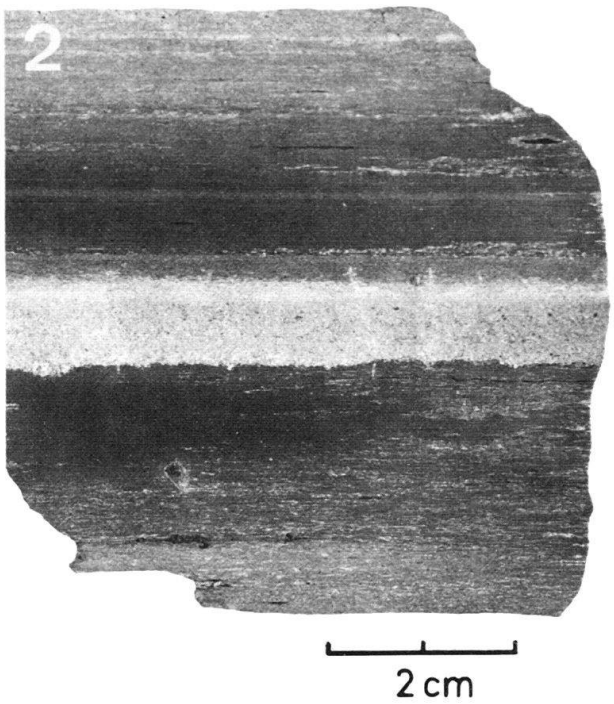
Fig. 2 Laminierter Plattenkalk von Painten (östl. Fränkischer Jura), Bruch Rygol. In der Mitte helle, gradierte Turbiditlage. Oberstes Kimmeridgien (*Virgataxioceras setatum*-Zone). Natürliche Grösse.

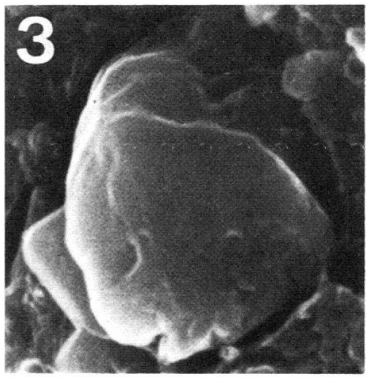
Fig. 3 Flugstaub-Korn. Wie bei Figur 2, Probe Pai R 7a. × 1000.

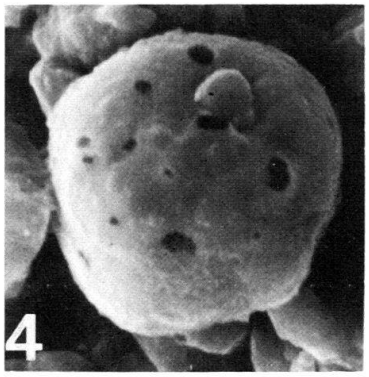
Fig. 4 Flugstaub-Korn. Quarz mit Einschlüssen. Zandt. Unteres Tithon (*Hybonoticeras hybonotum*-Zone). Probe Zdt 3a. × 5000.

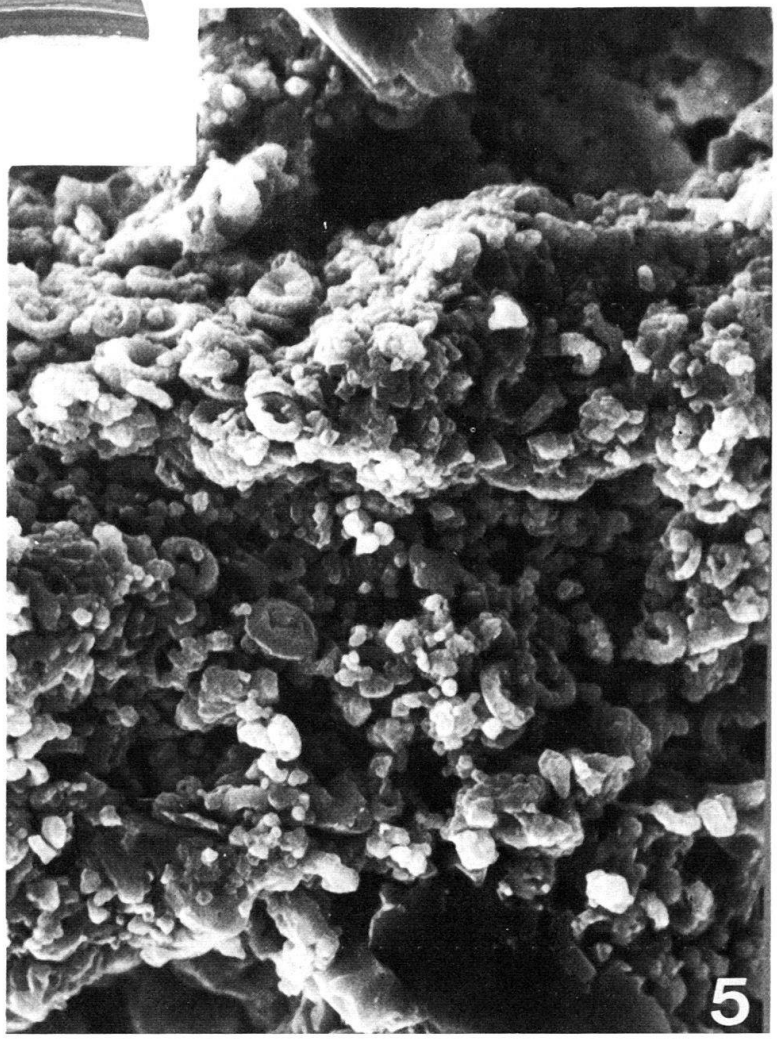
Fig. 5 Coccolithen-Lage («Fäule»), bestehend aus *Watznaueria communis* REINHARDT 1964. Man beachte die grobkristallinen liegenden und hangenden Lagen («Flinze»). Aus einer Kleinwannen-Füllung bei Kelheim (Strasse zur neuen Jugendherberge). Unterstes Tithon, Zone wie bei Figur 4, Probe Kel/Fay D 26. × 1000.


1


2
2 cm


3


4


5

Tafel II

Fig. 1 Aufsicht auf eine Coccolithen-Lage (*Watznaueria communis* REINHARDT 1964) über einem dünnen Flinz vom Blumenberg bei Eichstätt. Probe Blb 1a. 5000 ×.

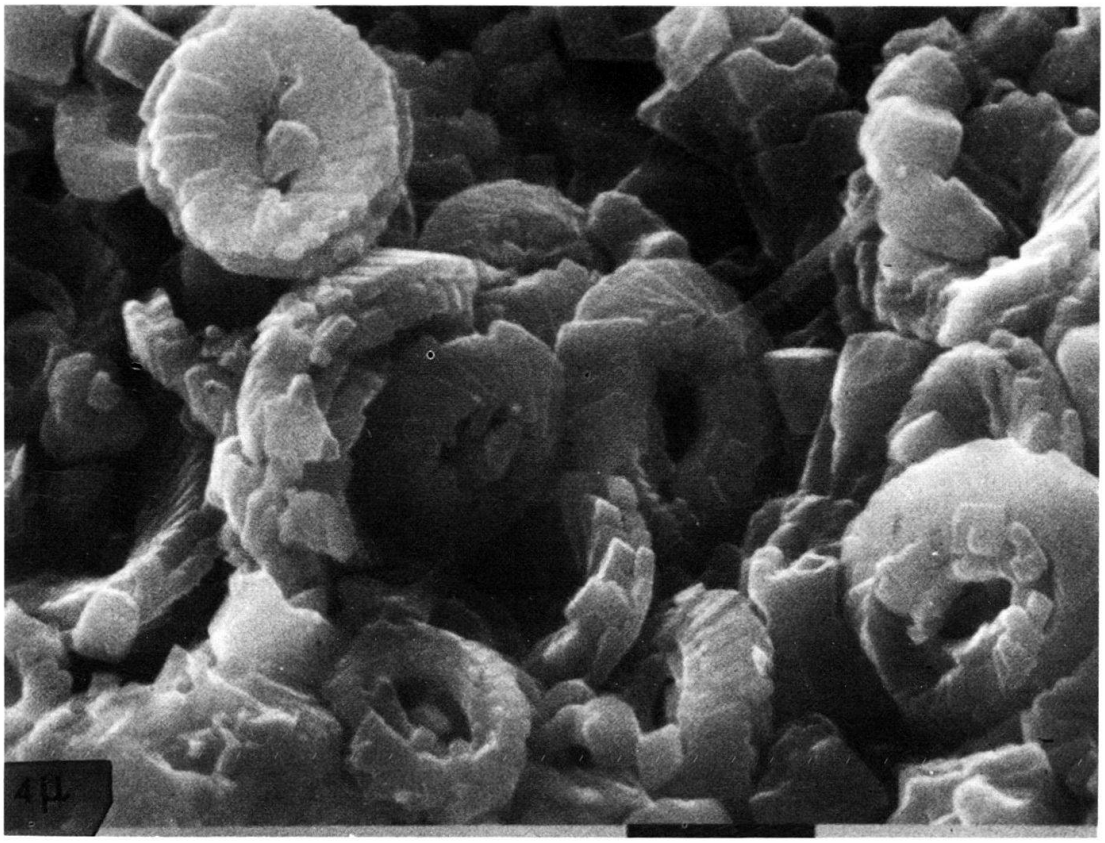
Fig. 2 Aufgebrochene Coccosphaere (*Watznaueria communis* REINHARDT 1964). Hohlraum unverfüllt, kaum mit Kristallneubildungen. Coccolithen ausgezeichnet erhalten. Painten, Bruch Rygol. Oberstes Kimmeridgien (*Virgataxioceras setatum*-Zone). Probe Pai R 5a. × 3600.

Fig. 3 Aufgebrochene Coccosphaere (*Watznaueria communis* REINHARDT 1964), verfüllt mit strukturlosem Karbonat, das die Abdrücke von Coccolithen-Unterseiten sehr gut überlieferte. Wachstum der Coccolithen-Einzelelemente führt zur Verschmelzung von Proximal- und Distalschild. Wie bei Figur 2. Probe Pai R 7a. × 3600.

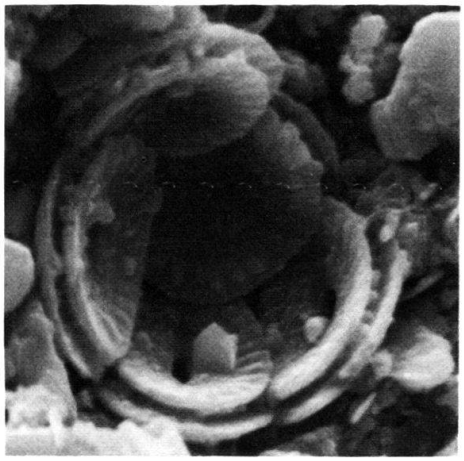
Fig. 4 Coccosphaeren-Ansammlung von *Watznaueria communis* REINHARDT 1964. Hohlraumfüllung ähnlich Figur 3. Vorkommen etc. wie in Figur 2. × 2000.

Fig. 5 Einzelfund eines Coccolithen (*Watznaueria communis* REINHARDT 1964) in einer dichten Kalklage (Flinz). Maxberg bei Solnhofen, Blaubruch. Ob. Solnhofener Plattenkalke (Unteres Tithon. Probe Mx 1c. × 5000.

Fig. 6 Aufgebrochene Coccosphaere (*Cyclagelosphaera margereli* NOËL 1965) mit beginnender Bildung grosser Calcit-Rhomben im Hohlraum. Beginnende Verschmelzung von Proximal- und Distalschilden der einzelnen Coccolithen. Orbagnoux, Mündung des Stollens der Bitumen-Grube am Dorche-Lauf. Höheres Kimmeridgien. Probe Orb 1a. × 3600.

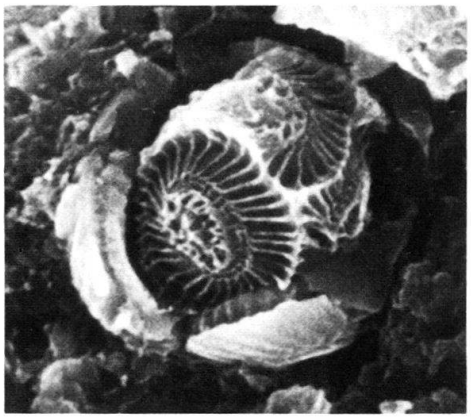


1



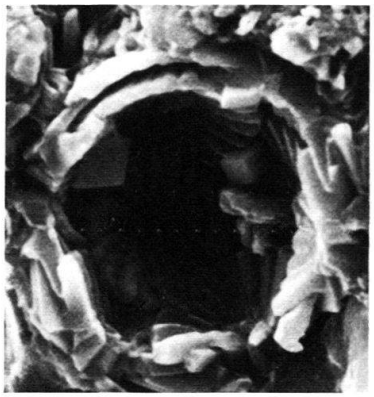
2

3

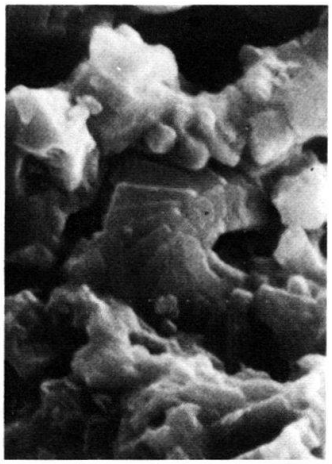


4

6



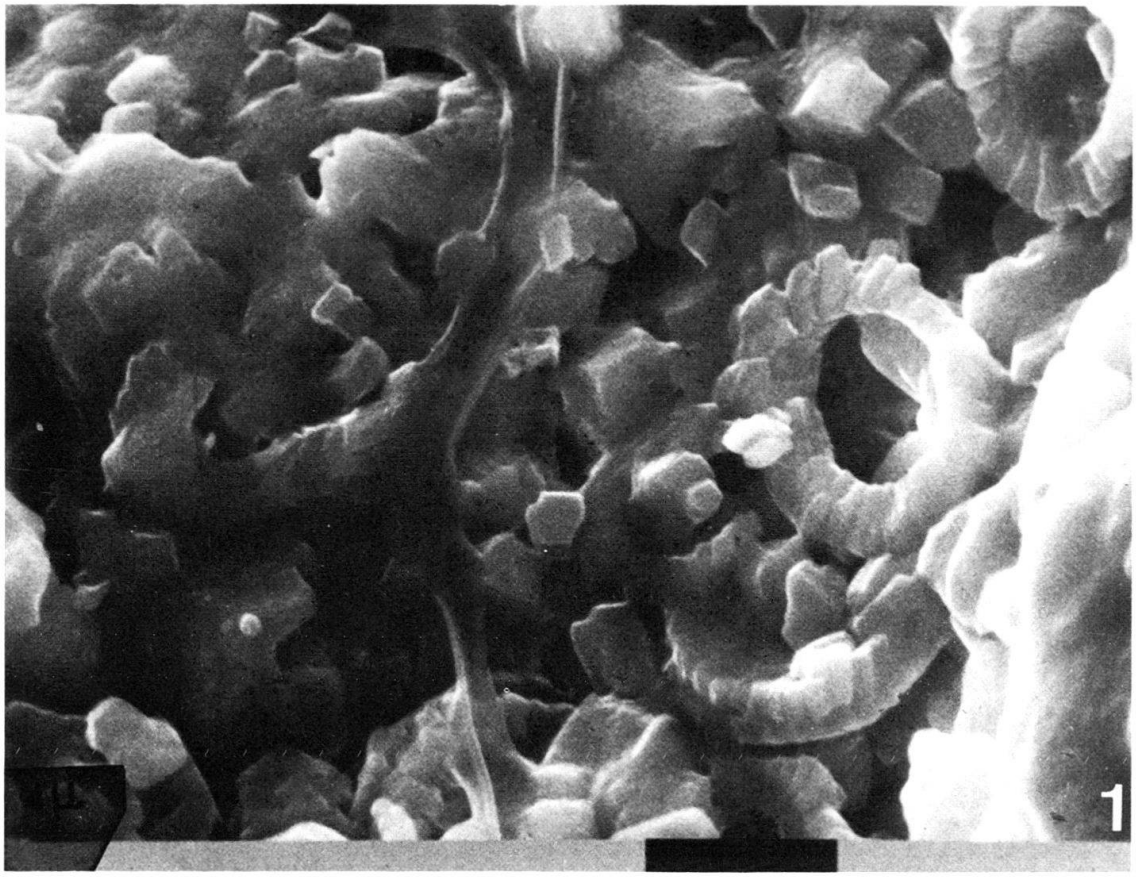
5

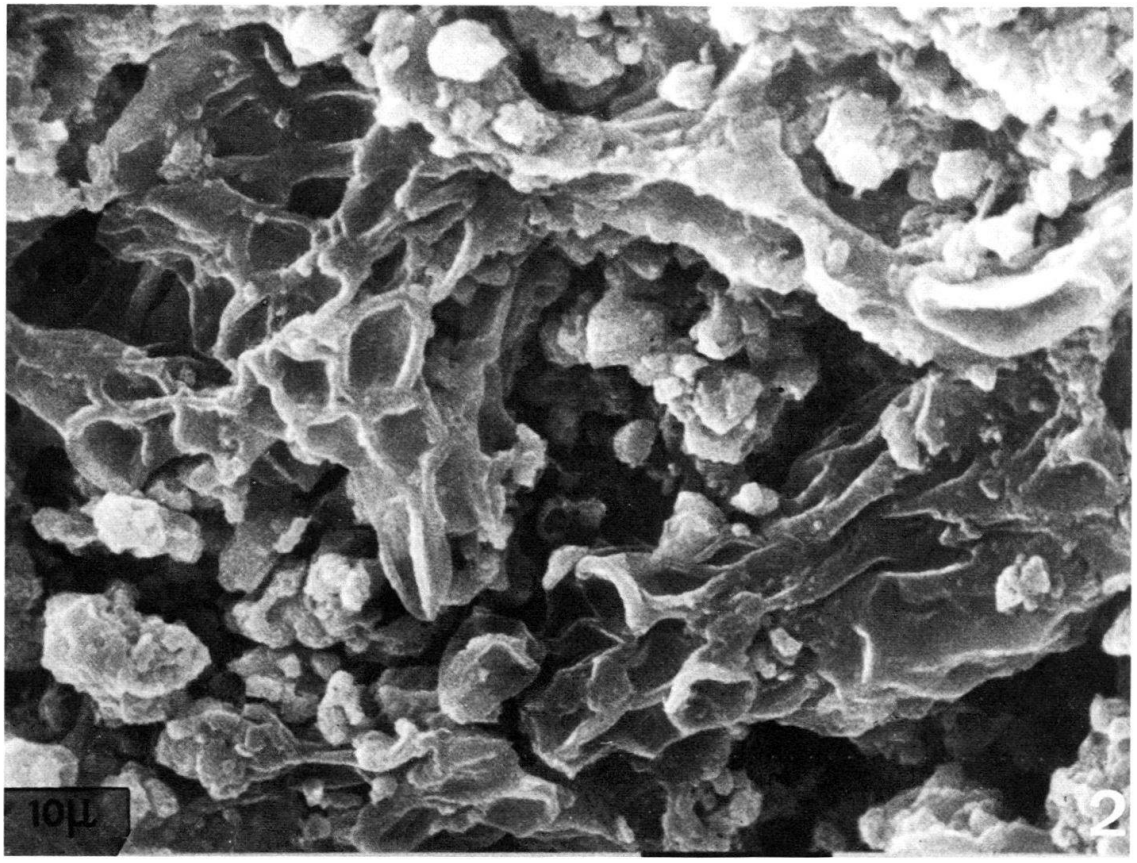


Tafel III

Fig. 1 Flinz-Oberfläche aus den Oberen Solnhofener Plattenkalken (Unteres Tithon). Die Coccolithen [*Watznaueria* (?)] zeigen verschiedene Zerfalls- und Anlösungsstadien. Quer durch das Bild zieht ein kollabierter Pilz-Faden. Die Oberfläche ist von einer strukturlosen Kalkschicht überzogen und lässt alle Strukturen etwas verschwimmen. Ursache dieser Veränderung sind wahrscheinlich vadose Gewässer, die auf der Schichtfläche zirkulierten. Probe Blb 1a. × 5000.

Fig. 2 Organische Strukturen, die auf Algen zurückzuführen sind oder Reste anderer Pflanzen darstellen, wie sie bei den Untersuchungen von GÜMBEL und WALTHER vom gleichen Fundort erwähnt werden. Maxberg bei Solnhofen, Blaubruch. Obere Solnhofener Plattenkalke (Unteres Tithon). Probe Mx 1a. × 2000.


1


10µ
2

Tafel IV

Wegen des Alters der Pilz-Mycele siehe S. 636

Fig. 1 Algengewebe (?). Painten, Bruch Rygol. Oberstes Kimmeridgien (*Virgataxioceras setatum*-Zone). Probe Pai R 5a. × 2000.

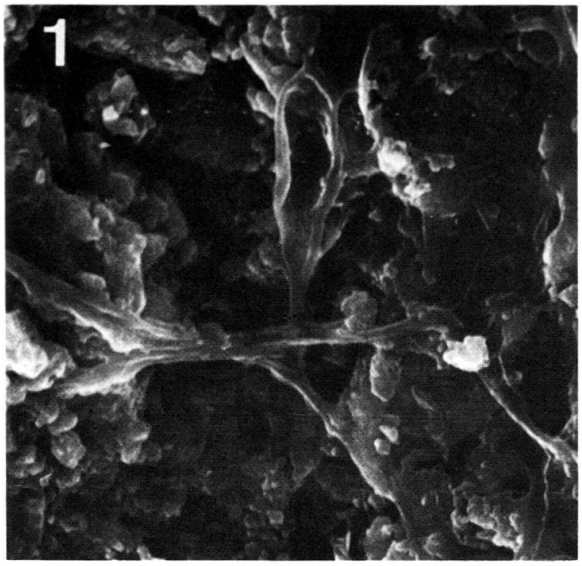
Fig. 2 Pilzmycel, in das ein Coccolith (*Watznaueria communis* REINHARDT 1964) einbezogen ist. Wie bei Figur 1.

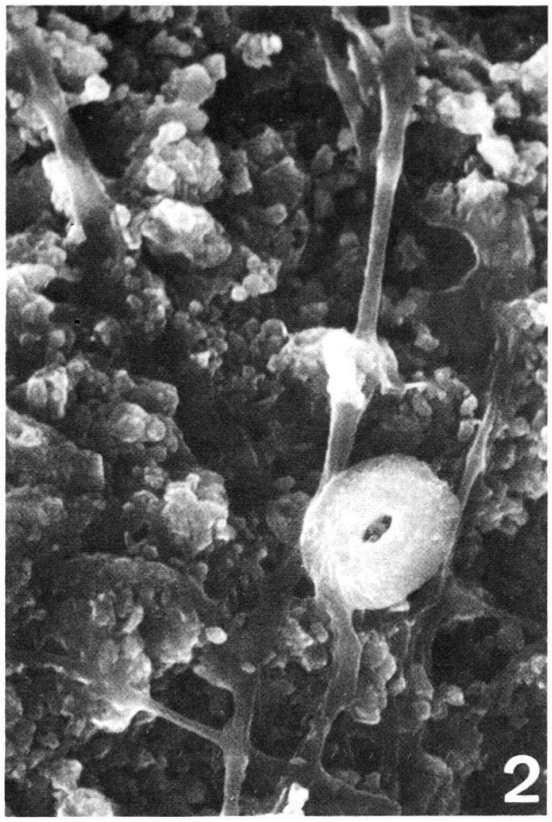
Fig. 3 Globose Apicalzelle eines Pilz-Hyphen. Wie bei Figur 1. Probe Pai R 6b. × 5000.

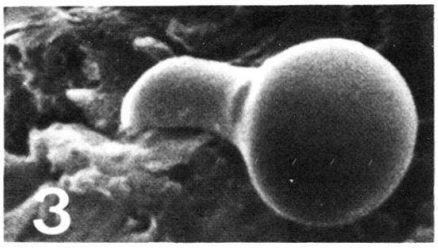
Fig. 4 Pilzmycel mit teilweise kollabierten Hyphen. Lac d'Armaille. Höheres Kimmeridgien. Probe LAr 1a. × 5000.

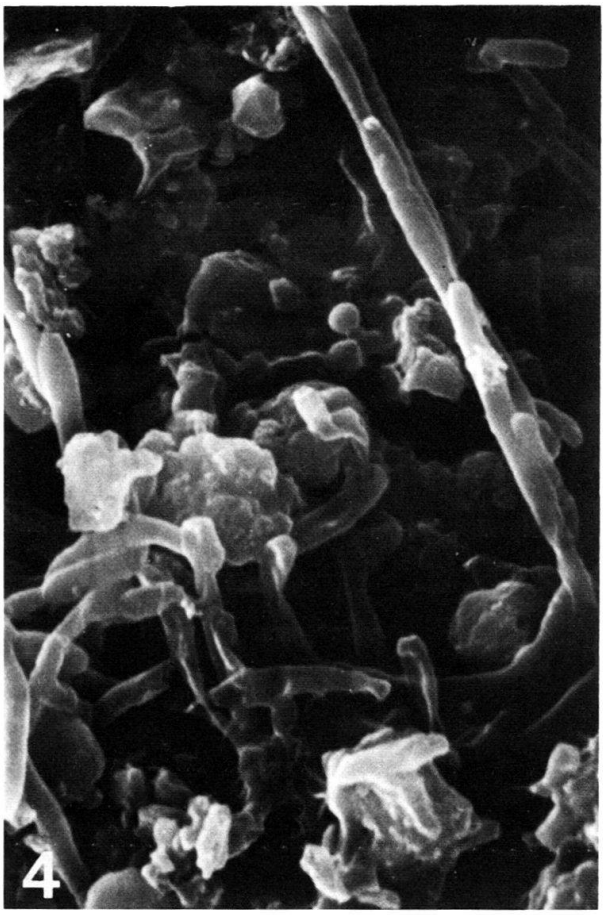
Fig. 5 Flugstaub-Korn mit Bruchfläche. Bruchrevier Wintershof Ost bei Eichstätt. Unteres Tithon (*Hybonoticeras hybonotum*-Zone). Probe Wiho E 2a. × 5000.

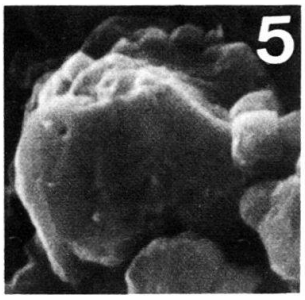
Fig. 6 «*Calolithus martelae*»-Erhaltung von *Watznaueria*, bei dem der Zentralteil der Coccolithen-Schilder verlorenging. Blumenberg bei Eichstätt. Obere Solnhofener Plattenkalke. Probe Blb 1a. × 5000.

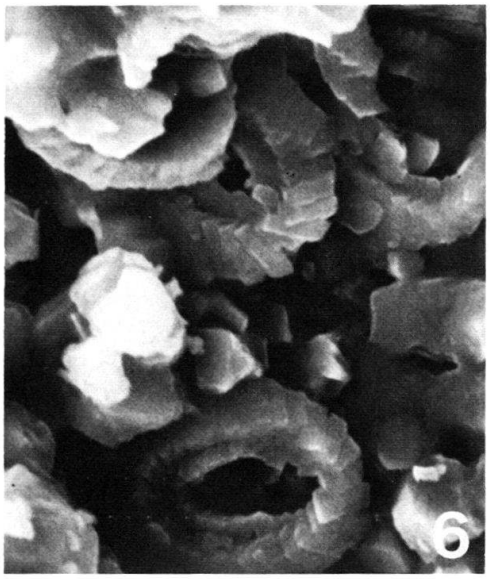

1


2


3


4


5


6