

**Zeitschrift:** Eclogae Geologicae Helvetiae  
**Herausgeber:** Schweizerische Geologische Gesellschaft  
**Band:** 79 (1986)  
**Heft:** 1

**Artikel:** Palyonstratigraphische Untersuchungen im "Rhät-Bonebed" von Hallau (Kt. Schaffhausen) mit einem Beitrag zur Ammonitenfauna im basalen Lias  
**Autor:** Achilles, Helmar / Schlatter, Rudolf  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-165830>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 16.03.2025

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

# Palynostratigraphische Untersuchungen im «Rhät-Bonebed» von Hallau (Kt. Schaffhausen) mit einem Beitrag zur Ammonitenfauna im basalen Lias

Von HELMAR ACHILLES<sup>1)</sup> und RUDOLF SCHLATTER<sup>2)</sup>

## ZUSAMMENFASSUNG

Aus dem 1981 erneut freigelegten Trias/Jura-Grenzprofil von Hallau (Kt. Schaffhausen) wird eine aus 21 Gattungen mit 24 Arten sich zusammensetzende Mikroflora beschrieben. Das vorherrschende Auftreten von *Vallasporites ignacii* (LESCHIK 1955) SCHEURING 1970 und *Ovalipollis pseudoalatus* (THIERGART 1949) SCHUURMAN 1976 einerseits sowie das Fehlen wichtiger Rätsporen andererseits belegen eine palynostratigraphische Datierung der Mikroflora in den oberen Mittelkeuper (Knollenmergel). Die marine Transgression konnte mit *Psiloceras* (*Psiloceras*) ex gr. *plicatulum* (QUENST.) in die höhere *psilonotum*-Zone (sensu LANGE 1931, 1941) eingestuft werden. Die möglichen Ereignisse an der Trias/Jura-Wende werden diskutiert. Das von PEYER (1956) erstmals beschriebene Zahnmaterial urtümlicher Säuger aus dem Mergelbonebed (Schicht e) ist wahrscheinlich nicht rätischen Alters, sondern stellt ein Knollenmergel-Bonebed des oberen Mittelkeupers dar.

## ABSTRACT

From the Triassic/Liassic section at Hallau (Kt. Schaffhausen), opened again in 1981, palaeobotanic material consisting of 21 genera with 24 species is described. The dominant occurrence of *Vallasporites ignacii* (LESCHIK 1955) SCHEURING 1970 and *Ovalipollis pseudoalatus* (THIERGART 1949) SCHUURMAN 1976 on the one hand and the absence of important Rhaetic spores on the other hand confirm palynobiostratigraphic dating of the microflora in the upper Middle Keuper (Knollenmergel). The Liassic marine transgression can be fixed biostratigraphically in the upper part of the *psilonotum* Zone (sensu LANGE 1931, 1941) by the record of the ammonite *Psiloceras* (*Psiloceras*) ex gr. *plicatulum* (QUENST.). The possible events during the transition period Triassic/Liassic are discussed and interpreted. The teeth material of mammals collected and described by PEYER (1956) from the "Mergelbonebed, Schicht e" in the Hallau section represents probably a bonebed of the upper Middle Keuper.

## Einleitung

Anlässlich der Tagung der Deutschen Subkommission für Jura-Stratigraphie im Frühjahr 1981 in Schaffhausen bot sich die einmalige Gelegenheit, das in der Literatur häufig zitierte Trias/Jura-Grenzprofil auf dem Hallauerberg (Nähe Bürgerheim) freizulegen. Frühere Grabungen wurden dort 1915 und 1942 ausgeführt, mit der Zielsetzung, aus dem im Grenzbereich befindlichen Bonebed Zahnmaterial der frühesten Säuger zu gewin-

<sup>1)</sup> BEB Erdgas und Erdöl GmbH, Riethorst 12, D-3000 Hannover 51, BRD.

<sup>2)</sup> Museum zu Allerheiligen, Naturhistorische Abteilung, Goldsteinstrasse 7, CH-8200 Schaffhausen.

nen (SCHALCH & PEYER 1919a, b; PEYER 1943, 1956). In jüngster Zeit hat CLEMENS (1980) das Hallauer Zahnmaterial erneut untersucht. Mit Ausnahme des letztgenannten Autors haben sämtliche bisherigen Bearbeiter das Bonebed-Vorkommen auf dem Hallauerberg – ohne ein Fragezeichen – dem Rät zugewiesen. Die Zahnfunde von Hallau erlauben jedoch nach CLEMENS (1980) keineswegs eine sichere Einstufung in das Rät<sup>3</sup>). Zur Abklärung dieser zeitlichen Frage betont dieser Autor (op. cit., S. 62) die Notwendigkeit mikropaläontologischer Untersuchungen. CLEMENS (1980) schreibt zur Altersstellung des Hallauer Bonebeds daher wie folgt:

“In summary, on the basis of the data currently available all that can be said is that the Hallau bonebed local fauna might be of Rhaetian age. It is probably no older than Middle Keuper (Norian) and no younger than the *Psiloceras johnstoni* Zone, early but not earliest Hettangian.”

Es lag daher nahe, bei der erneuten Freilegung der Schichtenfolge horizontierte Proben zu entnehmen, um die biostratigraphischen Untersuchungen vielseitiger zu gestalten.

Die Aufgrabung des Profils und das darauffolgende Durchklopfen der Gesteinsschichten des Hettangian ergaben eine interessante Ammonitenfauna (Grabungstätigkeit von Juni bis August 1981). In der vorliegenden Arbeit beschränkt sich die Beschreibung der Ammoniten auf die Schichten f und g (vgl. Fig. 1), um das Hangende der paläobotanisch sterilen oberen Hälfte der Schicht c' biostratigraphisch fixieren zu können<sup>4</sup>).

### Profil

Das Ende Mai 1981 freigelegte Profil umfasst lithostratigraphisch vom Liegenden ins Hangende die «Lage von chaillesförmigen Kalkknollen innerhalb der Zancledonmergel» bis und mit den Arietenkalken (d. h. die Schichten b–m nach SCHALCH & PEYER 1919 a, S. 270; 1919 b, S. 105). Diese Schichtbezeichnungen wurden in der vorliegenden Arbeit wieder benutzt, um den Vergleich mit den bisherigen Veröffentlichungen über das Hallauer Profil zu erleichtern (vgl. Fig. 1).

Das Grabungsprofil 1981 unterscheidet sich teils erheblich vom Profil (1915, 1942), welches nur etwa 200 m davon entfernt ist<sup>5</sup>). Es fehlen die ganzen oder zumindest Teile der Schichteinheiten d und e (d. h. kompaktes und lockeres Mergelbonebed). Eine lithologische Beschreibung davon ist der Arbeit HOFMANN (1981, S. 11) zu entnehmen. Für die biostratigraphische Interpretation musste daher auch historisches Probenmaterial in die Untersuchungen miteingeschlossen werden<sup>6</sup>).

In Übereinstimmung zu den früheren Befunden beginnt das Profil 1981 ebenfalls mit einer kompakten Steinmergellage (entspricht Schicht b) (Steinmergel-Keuper). Die dar-

<sup>3</sup>) Der Ganoidfisch *Sargodon tomicus*, der Lungenfisch *Ceratodus parvus* und die Haramiyden galten für PEYER (1956) als Indexfossilien des Rät.

<sup>4</sup>) Eine detailliertere Dokumentation der Ammonitenfauna des tieferen Hettangian von Hallau (Schichten h bis k, nach SCHALCH & PEYER 1919a, b), unter Einbezug weiterer Vorkommen im Klettgau, ist vorgesehen.

<sup>5</sup>) Profilverhältnisse, die den früheren Grabungsprofilen entsprechen, können an mehreren Stellen im Kanton Schaffhausen, zumindest aufgrund der Lesesteine (kompaktes Mergelbonebed), nachgewiesen werden (vgl. ALTMANN 1965, S. 62f., Profile 123, 124 und HOFMANN 1981, S. 10f.).

<sup>6</sup>) Von der von Peyer 1942 durchgeführten Grabung sind am Paläontologischen Institut der Universität Zürich keine Mergelbonebedproben mehr vorhanden (mündl. Mitt. Prof. Dr. H. Rieber). Dagegen finden sich in der

über befindlichen grünlichgrauen Mergel (c'), durchsetzt mit einzelnen dunkleren Lagen (cm-Bereich) mit Pflanzenhäckseln, nesterweise angereicherten Kalkgruskörnchen (mm-Bereich) (vgl. SINGH 1966, S. 12f. u. Abb. 5a) und vereinzelt Knochenrestchen, entsprechen in etwa dem Profilabschnitt c («Zanclodonmergel»). Inwiefern mögliche Äquiva-

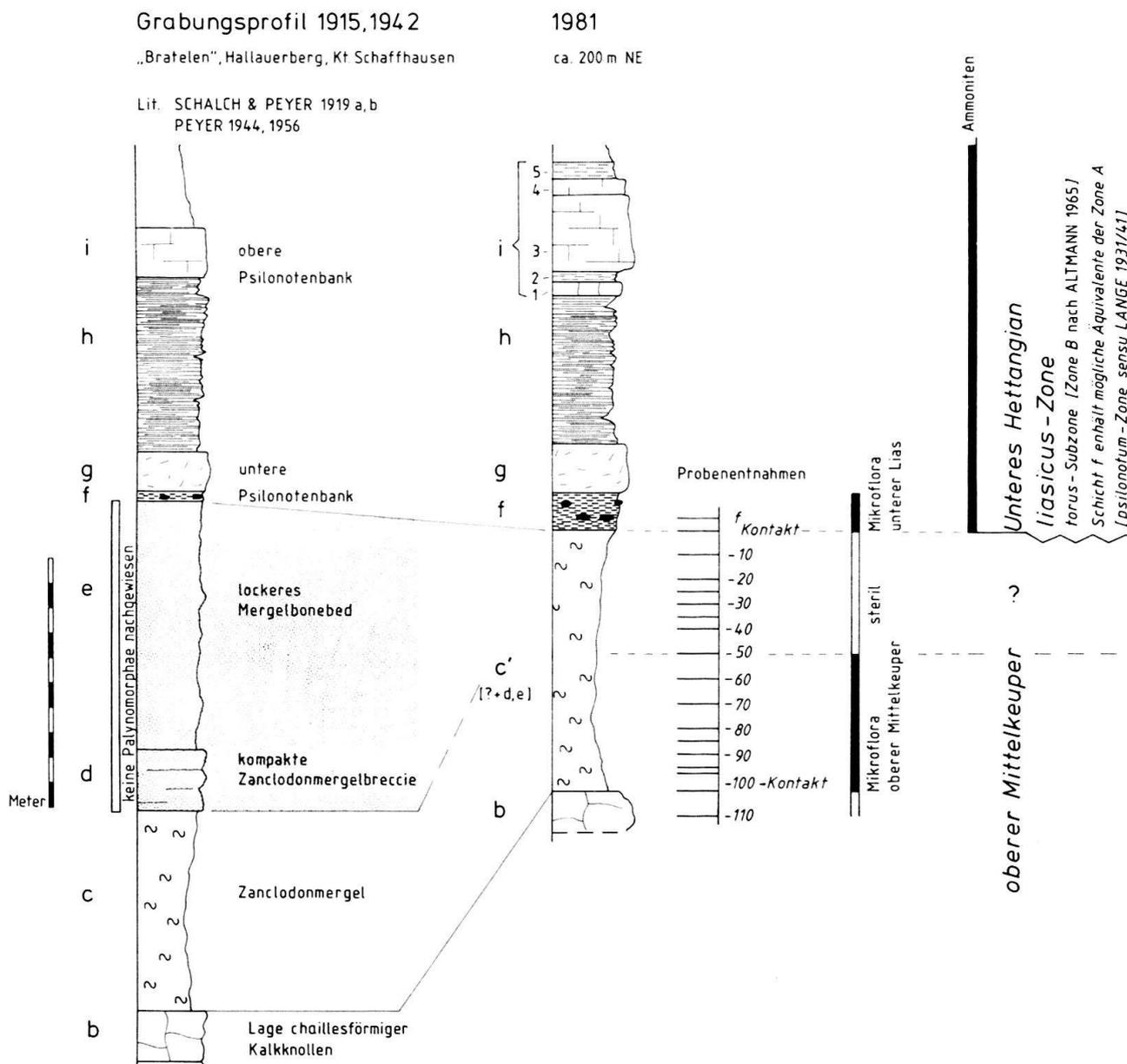


Fig. 1. Grabungsprofile 1915, 1942 und 1981, Bratelen, Hallauerberg, Gemeinde Hallau (Kt. Schaffhausen). Die vertikalen, dunkel gefärbten Leisten markieren das Auftreten von Palynomorphae und Ammonoideen.

Sammlung Schalch noch Proben der Grabung 1915 im Museum zu Allerheiligen in Schaffhausen. Leider enthielten diese keine Palynomorphae (Schicht e, Mergelbonebed).

Kurz vor der Fertigstellung dieser Arbeit konnten die Verfasser Einsicht nehmen in die Feldbuchaufzeichnungen von Emil Schutz (1916–1974), der dem Grabungsprofil 1942 entsprechende Abfolgen an anderen Lokalitäten im Kanton Schaffhausen nachweisen konnte. Die noch im September 1985 entnommenen Proben aus künstlich freigelegten Profilen im Raum Schleithem–Hallau zeigten Übereinstimmung zum Mergelbonebed (Schicht e) von der Grabung Peyer 1942. Trotz mehrmaligen Versuchen blieb der Nachweis von Palynomorphae daraus leider auch ohne Erfolg.

lente der Schichten d und e darin enthalten sind, kann nicht entschieden werden (daher die Bezeichnung c'). Darüber folgen mit einem scharfen Übergang die vollmarinen Ablagerungen (Schichten f, g usw.). Eine lithologische Beschreibung des Profils erübrigt sich, da in den Arbeiten von SCHALCH & PEYER (1919a, b) darüber eingehend berichtet wird. Identisch mit dem alten Grabungsprofil (1915, 1942) sind in den Schichten f–h (untere Hälfte) die Einschlüsse von Keupermaterial, welche auf frühliassische Aufarbeitungsvorgänge hinweisen.

## Palynostratigraphische Untersuchungen

### *Material und Methoden*

Für die palynostratigraphischen Untersuchungen wurden etwa 30 Proben dem Grabungsprofil 1981 entnommen. In Ergänzung der biostratigraphischen Aussage kommen dazu die Sedimentproben, welche in der Fussnote 6 erwähnt sind. Aufbereitet und ausgewertet wurden sämtliche Proben im Paläontologischen Institut der Universität Bonn. Die Aufbereitung erfolgte nach der Siebmethode. Das Sieben und die weiteren für Untersuchungen im Durchlicht- bzw. Raster-Elektronenmikroskop erforderlichen Präparationen wurden in der von KAISER & ASHRAF (1974) beschriebenen Weise durchgeführt.

Alle Positionsangaben der im Durchlicht photographierten Palynomorphae beziehen sich auf das Leitz-Orthoplanmikroskop Nr. 833 643. Die der Arbeit zugrundeliegenden Präparate befinden sich zur Einsicht im Museum zu Allerheiligen, Naturhist. Abteilung, Schaffhausen (Inv.-Nr. MZA L 13c).

Von der insgesamt 1,00 m mächtigen Serie c' (vgl. Fig. 1) enthielten lediglich die unteren 0,50 m sehr gut erhaltene Palynomorphae, während der obere Bereich, auch nach mehrmaliger Wiederholung der Aufbereitung, steril blieb.

Die unmittelbar hangende Kontaktzone e/f enthielt eine typisch liassisch ausgebildete Mikroflora (vgl. S. 160).

### *Systematischer Teil*

Die systematische Einteilung der Sporen folgt der von POTONIÉ (1956–1975) gegebenen Gliederung der Sporae dispersae, mit Ausnahme der Gattung *Ovalipollis* (vgl. ACHILLES 1981, S. 43).

Anteturma Proximegerminantes (Sporites POTONIÉ 1893) R. POTONIÉ 1970

Turma Triletes–Azonales R. POTONIÉ 1970

Subturma Azonotriletes LUBER 1935

Infraturma Laevigati, Quasilaevigati (BENNIE & KIDSTON 1886) R. POTONIÉ 1956

Genus *Cyathidites* COUPER 1953

*Cyathidites minor* COUPER 1953

Tf. 1, Fig. 1

*Beschreibung.* – Siehe COUPER (1953, S. 28, Tf. 2, Fig. 13).

*Grösse.* – 29–42 µm (gemessen an 10 Exemplaren).

Genus *Concavisporites* (THOMSON & PFLUG 1952, 1953) DELCOURT & SPRUMONT 1955

*Concavisporites toralis* (LESCHIK 1955) NILSSON 1958

Tf. 1, Fig. 2

*Beschreibung.* – Siehe NILSSON (1958, S. 34, Tf. 1, Fig. 12 und 13) und SCHUURMAN (1977, S. 183f., Tf. 2, Fig. 5).

*Grösse.* – 29–34  $\mu\text{m}$  (gemessen an 5 Exemplaren).

*Bemerkungen.* – Für den Bereich der Germanischen Trias haben die Ergebnisse von LESCHIK (1955, S. 12), HEUNISCH (1984, S. 86) und unsere eigenen Beobachtungen in Schicht c' von Hallau gezeigt, dass *C. toralis*, als vermutlich stratigraphisch älteste Art der Gattung *Concavisporites*, bereits im Unter- bzw. Mittelkeuper mehr oder weniger häufig auftreten kann. Überregional haben sie KLAUS (1960, S. 123) aus karnischen Ablagerungen der Ostalpen und ACHILLES, KAISER & SCHWEITZER (1984, S. 34) u. a. aus norischen Sedimenten des Alborz-Gebirges (Nordiran) bekanntgemacht.

Genus *Dictyophyllidites* (COUPER 1958) DETTMANN 1963

*Dictyophyllidites harrisii* COUPER 1958

Tf. 1, Fig. 3

*Beschreibung.* – Siehe ACHILLES, KAISER & SCHWEITZER (1984, S. 36, Tf. 2, Fig. 1).

*Grösse.* – 38–46  $\mu\text{m}$  (gemessen an 12 Exemplaren).

Genus *Undulatisporites* PFLUG in THOMSON & PFLUG 1953

*Undulatisporites pflugii* POCOCK 1970

Tf. 1, Fig. 4

*Beschreibung.* – Siehe ASHRAF (1977, S. 29, Tf. 3, Fig. 8 und 9).

*Grösse.* – Etwa 35  $\mu\text{m}$  (gemessen an 2 Exemplaren).

*Bemerkungen.* – *Undulatisporites dilucidus* LESCHIK (1955, S. 10, Tf. 1, Fig. 2) ist ähnlich, hat aber kleinere Ausmasse (22–25  $\mu\text{m}$ ).

Genus *Calamospora* SCHOPF (in SCHOPF, WILSON & BENTALL 1944)

*Calamospora tener* (LESCHIK 1955) MÄDLER 1964

Tf. 1, Fig. 5

*Beschreibung.* – Siehe MÄDLER (1964 a, S. 92f., Tf. 8, Fig. 2).

*Grösse.* – 31–38  $\mu\text{m}$  (gemessen an 3 Exemplaren).

Genus *Todisporites* COUPER 1958

*Todisporites cinctus* (MALJAVKINA 1964) ORLOWSKA-ZWOLINSKA 1971

Tf. 1, Fig. 6

*Beschreibung.* – Siehe ORLOWSKA-ZWOLINSKA (1971, S. 635–638, Tf. 1, Fig. 1–7).

*Grösse.* – 44–48 µm (gemessen an 4 Exemplaren).

Infraturma Apiculati (BENNIE & KIDSTON 1886) POTONIÉ 1956

Subinfraturma Granulati, Scabrati POTONIÉ 1970

Genus *Cyclogranisporites* POTONIÉ & KREMP 1954

*Cyclogranisporites opressus* LESCHIK 1955

Tf. 1, Fig. 7

*Beschreibung.* – Siehe LESCHIK (1955, S. 17, Tf. 1, Fig. 23).

*Grösse.* – 20 µm (gemessen an 1 Exemplar).

Subinfraturma Baculati DYBOVA & JACHOWITZ 1957

Genus *Conbaculatisporites* KLAUS 1960

*Conbaculatisporites mesozoicus* KLAUS 1960

Tf. 1, Fig. 8 und 9a, b

*Beschreibung.* – Siehe KLAUS (1960, S. 126, Tf. 29, Fig. 15).

*Grösse.* – 32–40 µm (gemessen an 8 Exemplaren).

*Bemerkungen.* – Die Artvertreter aus der Schicht c' von Hallau stimmen gut mit der von KLAUS (1960, loc. cit.) gegebenen Beschreibung überein. Das trifft besonders auf die morphologische Gestalt der Baculae zu, die an der Basis gelegentlich geringfügig erweitert sein können (vgl. SEM-Aufnahme, Tf. 1, Fig. 9b).

*Conbaculatisporites triassicus* BHARADWAJ & SINGH 1964

Tf. 1, Fig. 10.

*Beschreibung.* – Siehe BHARADWAJ & SINGH (1964, S. 33, Tf. 2, Fig. 46 und 47).

*Grösse.* – 54–56 µm (gemessen an 2 Exemplaren).

Infraturma Murornati POTONIÉ & KREMP 1954

Genus *Microreticulatisporites* (KNOX 1950) BHARADWAJ 1955

*Microreticulatisporites fuscus* (NILSSON 1958) MORBEY 1975

Tf. 2, Fig. 1 und 2

*Beschreibung.* – Siehe MORBEY (1975, S. 17f., Tf. 4, Fig. 1–4, und Tf. 13, Fig. 11 und 12).

*Grösse.* – 41–54 µm (gemessen an 4 Exemplaren).

Genus *Trachysporites* NILSSON 1958

*Trachysporites tuberosus* NILSSON 1958

Tf. 2, Fig. 3

*Beschreibung.* – Siehe NILSSON (1958, S. 39, Tf. 2, Fig. 2).

*Grösse.* – 38–46  $\mu\text{m}$  (gemessen an 6 Exemplaren).

Subinfraturma Nodati DYBOVA & JACHOWITZ 1957

Genus *Acanthotriletes* (NAUMOVA 1937) POTONIÉ & KREMP 1954

*Acanthotriletes varius* (NILSSON 1958) SCHUURMAN 1977

Tf. 2, Fig. 4 und 5

*Beschreibung.* – Siehe NILSSON (1958, S. 42, Tf. 2, Fig. 10), MORBEY (1975, S. 15, Tf. 3, Fig. 13–15) sowie SCHUURMAN (1977, S. 186, Tf. 4, Fig. 1–3).

*Grösse.* – 32–36  $\mu\text{m}$  (gemessen an 5 Exemplaren).

Anteturma Variegerminantes (Pollenites POTONIÉ 1931) POTONIÉ 1970

Turma Saccites ERDTMAN 1947

Subturma Monosaccites (CHITALEY 1951) POTONIÉ & KREMP 1954

Infraturma Saccizonati BHARADWAJ 1957

Genus *Enzonalasporites* LESCHIK 1955

*Enzonalasporites manifestus* LESCHIK 1955

Tf. 2, Fig. 6

*Beschreibung.* – Siehe LESCHIK (1955, S. 44f., Tf. 6, Fig. 5) und SCHULZ (1967, S. 595, Tf. 17, Fig. 8 und 9).

*Grösse.* – 24–32  $\mu\text{m}$  (gemessen an 9 Exemplaren).

*Enzonalasporites vigenis* LESCHIK 1955

Tf. 2, Fig. 7

*Beschreibung.* – Siehe LESCHIK (1955, S. 44, Tf. 5, Fig. 24).

*Grösse.* – 38–44  $\mu\text{m}$  (gemessen an 12 Exemplaren).

Genus *Patinasporites* LESCHIK 1955

*Patinasporites densus* (LESCHIK 1955) SCHEURING 1970

Tf. 2, Fig. 8

*Beschreibung.* – Siehe SCHEURING (1970, S. 75, Tf. 25, Fig. 202–206).

*Grösse.* – 40–48  $\mu\text{m}$  (gemessen an 13 Exemplaren).

*Bemerkungen.* – Die «unkonventionelle» Beschreibung dieses Artvertreterers durch SCHEURING (1970, loc. cit.) deckt sich bis in alle Einzelheiten hinein mit den eigenen Beobachtungen.

Genus *Vallasporites* (LESCHIK 1955) SCHEURING 1970*Vallasporites ignacii* (LESCHIK 1955) SCHEURING 1970

Tf. 2, Fig. 9–11 und Tf. 3, Fig. 1a, b–3

*Beschreibung.* – Siehe SCHEURING (1970, S. 105, Tf. 40, Fig. 423–426 und Tf. 41, Fig. 427–431).

*Grösse.* – 30–48 µm (gemessen an 65 Exemplaren).

*Bemerkungen.* – In Ergänzung zu der von SCHEURING (1970, loc. cit.) gegebenen Beschreibung unterstreichen die SEM-Aufnahmen (Tf. 3, Fig. 1a, b–3) die allseitig, gehirnwindenartig, rugulate Ornamentierung der Sexine. Im Äquatorialbereich sowie auf den die Tetradenmarke formenden Exinenverdickungen («Rücken») der Proximalseite sind die Rugulae dichter, stellenweise auch intensiver miteinander verwoben (vgl. Tf. 3, Fig. 2b).

*V. ignacii* konnte auch in Form von Massulae beobachtet werden (vgl. Tf. 2, Fig. 10).

Zusammen mit *Ovalipollis pseudoalatus* (THIERGART 1949) SCHUURMAN 1976 bildet *V. ignacii* den Hauptbestandteil der Mikroflora.

Genus *Ovalipollis* (KRUTZSCH 1955) SCHUURMAN 1976

*Bemerkungen.* – Zur Einordnung im POTONIÉschen System der Sporae dispersae siehe ACHILLES (1981, S. 43).

*Ovalipollis pseudoalatus* (THIERGART 1949) SCHUURMAN 1976

Tf. 3, Fig. 4–6 und Tf. 4, Fig. 1–4a, b

*Beschreibung.* – Siehe SCHUURMAN (1976, S. 250, Tf. 1–8).

*Grösse.* – Länge 32–85 µm, Breite 18–60 µm (gemessen an 72 Exemplaren).

*Bemerkungen.* – Die von SCHUURMAN (1976, loc. cit.) vorgenommene Zusammenfassung aller 10 bisher beschriebenen Arten der Gattung *Ovalipollis* wird durch die eigenen Untersuchungen voll und ganz gerechtfertigt. Wie schon von ACHILLES (1981, S. 43) beobachtet, können auch wir keine Unterschiede zwischen ihnen herausfinden. *O. pseudoalatus* tritt in Schicht c' stellenweise massenhaft auf (vgl. Fig. 1) und bildet mit *Vallasporites ignacii* (LESCHIK 1955) SCHEURING 1970 den dominierenden Bestandteil der Mikroflora.

## Turma Poroses (NAUMOVA 1937?, 1939) POTONIÉ 1960

## Subturma Monoporines NAUMOVA 1937?, 1939

## Infraturma Monoporiti NAUMOVA 1937?, 1939

Genus *Gliscopollis* VENKATACHALA 1966*Gliscopollis meyeriana* (KLAUS 1960) VENKATACHALA 1966

Tf. 4, Fig. 5–7 und Tf. 5, Fig. 1

*Beschreibung.* – Siehe KLAUS (1960, S. 165f., Tf. 36, Fig. 57 und 58), VENKATACHALA (1966, S. 99) und MORBEY (1975, S. 34f., Tf. 12, Fig. 5–11).

*Grösse.* – 22–38 µm (gemessen an 25 Exemplaren).

*Bemerkungen.* – Die vorliegenden Exemplare zeigen überwiegend eine infrapunktate, weniger eine laevigate Ausbildung der Exine. Somit erscheint im Profil Hallau überwiegend die Formvariante B (vgl. BRUGMAN 1983, S. 115).

Genus *Granuloperculatipollis* VENKATACHALA & GOCZAN 1964

*Granuloperculatipollis rudis* (VENKATACHALA & GOCZAN) MORBEY 1975

Tf. 5, Fig. 2–4

*Beschreibung.* – Siehe SCHULZ (1967, S. 605, Tf. 21, Fig. 7–9), MORBEY (1975, S. 35, Tf. 12, Fig. 12 und 13 und Tf. 13, Fig. 6) und SCHUURMAN (1977, S. 215f., Tf. 22, Fig. 5–7).

*Grösse.* – 32–44 µm (gemessen an 18 Exemplaren).

Turma Aletes IBRAHIM 1933

Subturma Azonaletes POTONIÉ & KREMP 1954

Infraturma Pilonapiti ERDTMAN 1947

Genus *Laricoidites* BHARADWAJ & SINGH 1964

*Laricoidites intragranulosus* BHARADWAJ & SINGH 1964

Tf. 5, Fig. 5

*Beschreibung.* – Siehe BHARADWAJ & SINGH (1964, S. 38, Tf. 5, Fig. 94–96).

*Grösse.* – 44–53 µm (gemessen an 3 Exemplaren).

*Bemerkungen.* – Obwohl unsere Exemplare kleiner sind als die von BHARADWAJ & SINGH (1964) aus den Lunzer Schichten beschriebenen Formen, sind wir dennoch der Meinung, dass sie miteinander identisch sind.

Subturma Monocolpates (Monosulcites) und Zonocolpates IVERSEN & TROELS-SMITH  
1950

Genus *Monosulcites* COOKSON 1947 ex COUPER 1953

*Monosulcites minimus* COUPER 1958

Tf. 5, Fig. 6

*Beschreibung.* – Siehe COUPER (1958, S. 157, Tf. 26, Fig. 23–25).

*Grösse.* – Länge 20–26 µm, Breite 13–17 µm (gemessen an 7 Exemplaren).

Subturma Disaccites abstriates COOKSON 1947

Genus *Alisporites* DAUGHERTY 1941

*Alisporites toralis* (LESCHIK 1955) CLARKE 1965

Tf. 5, Fig. 7

*Beschreibung.* – Siehe CLARKE (1965, S. 308, Tf. 38, Fig. 4–6, Textfig. 7).

*Grösse.* – Länge 42–54 µm, Breite 28–40 µm (gemessen an 5 Exemplaren).

Genus *Pityosporites* SEWARD 1914

*Pityosporites illustris* LESCHIK 1955

Tf. 5, Fig. 8

*Beschreibung.* – Siehe LESCHIK (1955, S. 62, Tf. 9, Fig. 8).

*Grösse.* – Länge 55 µm, Breite 42 µm (gemessen an 1 Exemplar).

*Pityosporites neomundanus* LESCHIK 1955

Tf. 5, Fig. 9

*Beschreibung.* – Siehe LESCHIK (1955, S. 63, Tf. 9, Fig. 9) und KLAUS (1960, S. 172, Tf. 37, Fig. 70).

*Grösse.* – Länge 98–105 µm, Breite 68–85 µm (gemessen an 4 Exemplaren).

#### *Sporenstratigraphische Ergebnisse und deren überregionaler Vergleich*

Intensive palynostratigraphische Untersuchungen an der Grenze Trias/Jura sind in den letzten zwei Jahrzehnten durchgeführt worden. Die meisten von ihnen konzentrierten sich auf den mitteleuropäischen Bereich. Es hat sich herausgestellt, dass über das Germanische Becken und die alpine Trias hinaus von England bis Polen und von Skandinavien bis Südspanien eine für das Rät typische Mikroflorenvergesellschaftung vorhanden ist (vgl. u. a. SCHULZ 1967, ORLOWSKA-ZWOLINSKA 1967, 1983, SCHUURMAN 1977, 1979, ACHILLES 1981 und BRENNER 1983). Sehr gute Korrelationsmöglichkeiten ergeben sich auch zu aussereuropäischen Gebieten, wie dem arktischen Kanada (DUNAY & FISHER 1974), Ostgrönland (PEDERSEN & LUND 1980), Nordpersien (ACHILLES, KAISER & SCHWEITZER 1984) und China (LEI ZOU-QUI 1978). Diese rätische Mikroflora wird durch eine Reihe von morphologisch kennzeichnenden Arten charakterisiert wie z. B. *Rhaetipollis germanicus*, *Ovalipollis pseudoalatus*, *Granuloperculatipollis rudis*, *Gliscopollis meyeriana*, *Corollina torosus*, *Ricciisporites tuberculatus*, *Limbo-sporites lundbladii*, *Triancoraesporites* spp. und *Lunatisporites rhaeticus*. Besonders *Rhaetipollis germanicus* hat sich als die mitteleuropäische Leitform herauskristallisiert, vgl. SCHUURMAN (1979, S. 65), VISSCHER & BRUGMAN (1981, S. 130f.) und ACHILLES (1981, S. 49).

Bei einem Vergleich der vorliegenden Mikroflora aus der Schicht c' (vgl. Fig. 1) mit rätischen Mikroflorenvergesellschaftungen, wie sie von den o.a. Autoren publiziert wurden, sind deutliche Unterschiede erkennbar. So fehlen wichtige Rätformen wie *Rhaetipollis germanicus*, *Ricciisporites tuberculatus*, *Triancoraesporites* spp. und *Lunatisporites rhaeticus*. Charakteristische Vertreter, die in allen, aus dem alpidischen und germanischen Bereich beschriebenen Rät-Lokalitäten mehr oder weniger häufig vertreten sind. Andererseits lässt die Vorherrschaft von *Ovalipollis pseudoalatus*, *Vallasporites ignacii* und *Enzonasporites* spp. auf ein vorrätisches Alter schliessen, wie es beispielsweise von VISSCHER & BRUGMAN (1981, S. 120) dokumentiert wird.

LESCHIK (1955) und SCHEURING (1970) haben mit ihren mikrofloristischen Untersuchungen in den Keuper-Aufschlüssen «Neuwelt bei Basel» bzw. «Bölchentunnel» (Solothurner Jura) wichtige Erkenntnisse über die Zusammensetzung obertriadischer Mikroflora geliefert. Während LESCHIK sich auf den Schilfsandstein beschränkt, bietet SCHEURING eine lückenlose Abfolge von der Lettenkohle bis zum Gansinger Dolomit (Hauptsteinmergel). Für eine palynostratigraphische Einstufung der Mergelbonebed-Ablagerungen von Hallau sind die Bemerkungen von SCHEURING hinsichtlich seines Abschnittes G (Schilfsandstein und unterster, d. h. fündiger Teil des Gansinger Dolomits) von grosser Bedeutung. Seinen Ausführungen folgend, gewinnen *Ovalipollis* spp. (vgl. op. cit., S. 108), *Vallasporites ignacii* (vgl. op. cit., S. 105) und *Patinasporites densus* (vgl. op. cit., S. 78) in diesem Abschnitt eine immer grösser werdende Bedeutung. Eine Entwicklung, die sich auch im Profil Hallau widerspiegelt und dort vermutlich ihren Höhepunkt erreicht hat. In besagtem Abschnitt G treten nach SCHEURING (1970, S. 108) noch bescheidene Reste der Gattung *Triadispora* KLAUS 1964 auf, die im unterlagernden Abschnitt LE und GI (Lettenkohle und Gipskeuper) regelmässig vertreten ist. In der alpidischen Trias reicht sie übrigens bis in das höchste Karnian (vgl. VISSCHER & BRUGMAN 1981, S. 119). *Triadispora* tritt in der Schicht c' von Hallau nicht auf. Die beschriebene Mikroflora von Hallau muss daher ein stratigraphisch jüngerer Alter haben als die höchste fündige Probe des Gansinger Dolomits aus dem Bölchentunnel.

In den vergangenen Jahren wurde im Laboratorium für Paläobotanik und Palynologie in Utrecht (Niederlande) ein detailliertes, palynologisches Phasenkonzept für die obere Mitteltrias, die Obertrias und den unteren Jura entwickelt. Grundlegende Arbeiten leisteten SCHUURMAN (1977; Obertrias von Nordostfrankreich und Südluxemburg) und derselbe Autor 1979 (Rät/Lias-Grenzschichten der nördlichen Kalkalpen Österreichs und Süddeutschlands), ferner VISSCHER & KRYSZYN (1978; Tuvalin, Sizilien), BESEMS (1981–1983; mittlere und obere Trias von Südspanien) sowie VAN DER EEM (1983; Ladinian und Karnian der westlichen Dolomiten, Italien). Für den Bereich der germanischen Trias schlägt SCHUURMAN (1979, S. 59f.) fünf Phasen vor, wobei Phase 1 insbesondere durch die Gattungen *Triadispora*, *Ellipsovelatisporites*, *Infernopollenites*, *Duplicisporites*, *Enzonasporites* und *Patinasporites* charakterisiert wird, während Phase 2 durch *Corollina* spp., *Granuloperculatipollis rudis* und *Ricciisporites tuberculatus* gekennzeichnet wird. Unsere Untersuchungen haben ergeben, dass *Camerosporites*, *Triadispora*, *Ellipsovelatisporites*, *Infernopollenites* und *Duplicisporites* seiner Phase 1 sowie *Ricciisporites tuberculatus* seiner Phase 2 in der Hallauer Abfolge nicht auftreten. Demzufolge ist unsere Mikroflora eine Übergangsgesellschaft und möglicherweise als Bindeglied zwischen Phase 1 und 2 sensu SCHUURMAN aufzufassen. Weitere palynostratigraphische Untersuchungen an ammonoideenführenden Standardprofilen im Bereich der Germanischen und Alpidischen Trias werden notwendig sein, um sichere Indizien für eine klare Abgrenzung von Phase 1 und 2 zu bekommen.

Gute Übereinstimmung ergibt sich auch mit Ergebnissen palynostratigraphischer Untersuchungen, die ORLOWSKA-ZWOLINSKA (1983) in epikontinentalen, obertriadischen Ablagerungen Polens durchführte. Im Übergangsbereich ihrer Subzonen IVa und IVb sind u. a. *Granuloperculatipollis rudis*, *Corollina* spp., *Ovalipollis* spp. und *Enzonasporites* spp. vorherrschend, während *Ricciisporites tuberculatus* erst in der unmittelbar darauffolgenden Subzone IVc einsetzt, die mit *Rhaetipollis germanicus* schon das Bild einer typisch rätischen Mikroflora bietet. Ihre Subzonen IVa und IVb sind mit dem Steinmer-

gelkeuper bzw. Knollenmergel der Germanischen Trias korrelierbar, vgl. ORLOWSKA-ZWOLINSKA (1983, Tab. 14).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die durch *Ovalipollis pseudoalatus* und *Valla-sporites ignacii* geprägte Sporenvergesellschaftung aus dem Profilbereich von Hallau, aufgrund des Fehlens einer Reihe typischer Rätvertreter, palynostratigraphisch ein vor-rätisches Alter besitzt. Bei weiteren Vergleichen mit den Arbeiten von LESCHIK (1955), SCHEURING (1970), VISCHER & BRUGMAN (1981), ORLOWSKA-ZWOLINSKA (1983) und HEUNISCH (1984) zeigt sich darüber hinaus, dass wichtige, unteren Keuper und unteren Mittelkeuper belegende Arten (u. a. *Triadispora* spp., *Aratrisporites* spp. und *Porcellispora longdonensis*) ebenfalls nicht vorhanden sind. Damit wird der zwischen dem unteren Mittelkeuper und dem Rät vermittelnde Charakter der Mikroflora von Hallau offensichtlich und somit eine palynostratigraphische Einstufung in den *oberen Mittelkeuper* realistisch. Ihre Entstehung dürfte folglich während der Sedimentation des Knollenmergels stattgefunden haben. Dasselbe gilt möglicherweise auch für die Profilbereiche d und e (Grabungen 1915, 1942), woraus die Wirbeltierfauna stammt (PEYER 1956). Ein mikrofloristischer Beweis steht noch aus (vgl. Fussnote 6, S. 150).

Dr. Rupert Wild, Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart, überliess uns freundlicherweise Vergleichsmaterial aus vier Bonebedlagen Süddeutschlands: *Probe 1*, Stuttgart-Degerloch/Sonnenberg, *Probe 4*, Stuttgart-Vaihingen, Robert-Laich-Strasse gegenüber «In der Schramme», Autobahnbau; *Probe 5*, Steinbruch Hegnach/Tübingen, und *Probe 8*, Sonnenberg/Möhringen. Die Proben 1, 5 und 8 enthielten eine typische Rät-Mikroflora, u. a. mit *Rhaetipollis germanicus* und *Ricciisporites tuberculatus*. Probe 8 führte darüber hinaus Dinoflagellatenzysten der Art *Rhaetogonyaulax rhaetica* (SARJEANT 1963) LOEBLICH & LOEBLICH 1968. Letztere belegt zumindest eine marine Beeinflussung und wurde bisher aus Süddeutschland lediglich aus dem Mittelrät beschrieben (vgl. ACHILLES 1981, S. 53, und BRENNER 1983, S. 23). Probe 4 dagegen wurde aus dem Topbereich des Knollenmergels entnommen, der an dieser Stelle von bis zu 2,00 m mächtigen, bereits in das Rät gehörende, dunkle Mergelschiefer überlagert wird (schriftl. Mitt. Wild, 1982). Das Knollenmergelbonebed enthielt eine der Schicht c' von Hallau vergleichbare Mikroflora.

Somit kann gesagt werden, dass die bisher in der höchsten Trias gefundenen Bonebed-Lagen Süddeutschlands sowohl zur Zeit des oberen Mittelkeupers als auch zur Zeit des Räts zur Ablagerung kamen. Zur individuellen zeitlichen Einstufung sind palynostratigraphische Untersuchungen bestens geeignet.

Aus der hangenden Kontaktzone Schichten e/f (vgl. Fig. 1) wurden zwei Proben entnommen und auf ihren mikrofloristischen Inhalt untersucht. Sie enthielten eine typisch liassische Mikroflora, wie sie beispielsweise von ACHILLES (1981, S. 59f.) aus Franken (Süddeutschland) dokumentiert wird. Nachstehend seien nur die wichtigsten Arten erwähnt: *Leptolepidites argenteaeformis*, *Concavisporites* spp., *Conbaculatisporites baculatus*, *Gliscopollis meyeriana*, *Kraeuselisporites reissingeri*, *Chasmatosporites magnolioides* und *Tasmanites* spp. Insbesondere das Auftreten der zu den Prasinophyceae gehörenden Arten der Gattung *Tasmanites* sind ein wichtiges Indiz für die fortschreitende Lias-Transgression. Zu bemerken sei noch, dass innerhalb der Kontaktzone e/f keine aufgearbeiteten, eindeutig rätisches Alter belegende Palynomorphae (vgl. S. 158) beobachtet werden konnten.

## Auflistung der vorkommenden Gattungen und Arten

<i>Cyathidites minor</i>	<i>Enzonalasporites manifestus</i>
<i>Concavisporites toralis</i>	<i>Enzonalasporites vigens</i>
<i>Dictyophyllidites harrisii</i>	<i>Patinasporites densus</i>
<i>Undulatisporites pflugii</i>	<i>Vallasporites ignacii</i> <sup>*)</sup>
<i>Calamospora tener</i>	<i>Ovalipollis pseudoalatus</i> <sup>*)</sup>
<i>Todisporites cinctus</i>	<i>Gliscopollis meyeriana</i>
<i>Cyclogranisporites opressus</i>	<i>Granuloperculatipollis rudis</i>
<i>Conbaculatisporites mesozoicus</i>	<i>Laricoidites intragranulosus</i>
<i>Conbaculatisporites triassicus</i>	<i>Monosulcites minimus</i>
<i>Microreticulatisporites fuscus</i>	<i>Alisporites toralis</i>
<i>Trachysporites tuberosus</i>	<i>Pityosporites illustris</i>
<i>Acanthotriletes varius</i>	<i>Pityosporites neomundanus</i>

<sup>\*)</sup> vorherrschend.

## Die Ammonitenfauna der Schichten f und g

Schon bei der ersten Grabung 1915 (SCHALCH & PEYER 1919a, b) kamen Ammoniten aus den Schichten f und g zum Vorschein. Zwecks Bestimmung dieser meist als isolierte Windungsbruchstücke vorliegenden Funde hat sich Schalch an J. F. Pompeckj gewandt (vgl. SCHALCH & PEYER 1919a, S. 277 f.<sup>7)</sup>).

Pompeckj vergleicht diese Windungsbruchstücke mit folgenden Ammonitenarten: *Ammonites* cf. *laqueus* QUENST. Ammoniten, Tf. 1, Fig. 15 (= *Arietites laqueolus* SCHLOENBACH), *Laqueolus*-Form der *Psiloceras-Johnstohni*-Gruppe, cf. *Psiloceras distinctum* POMPECKJ.

Anlässlich der 1942 durchgeführten Grabung ist nur wenig zusätzliches Ammonitenmaterial aus den Schichten f und g dazugekommen. Der Grund liegt in der Zielsetzung begründet, möglichst viel Bonebedmaterial zu gewinnen.

Die 1981 geborgenen Ammoniten weichen in der Qualität ihrer Erhaltung – mit wenigen Ausnahmen – kaum von den früheren Aufsammlungen aus den Schichten f und g ab. Einige Fundstücke sind auf Tafel 6 wiedergegeben.

Abkürzungen. – Dm = Durchmesser

Nw = Nabelweite

Wh = Windungshöhe

Wb = Windungsbreite

R/2 = Zahl der Flankenrippen pro halben Umgang, von aussen nach innen gezählt.

Sämtliche Massangaben sind in Millimetern angegeben. Der in Klammern gesetzte Ausdruck nach der Nw bedeutet deren prozentualen Anteil am Dm (= 100%).

MZA: Museum zu Allerheiligen, Naturhist. Abteilung, Schaffhausen

GPIT: Geologisch-Paläontologisches Institut und Museum, Tübingen

GPIG: Geologisch-Paläontologisches Institut der Universität, Göttingen

<sup>7)</sup> Die Pompeckj zur Bestimmung vorgelegten Ammonitenfundstücke werden in der Sammlung Schalch unter der Inv.-Nr. MZA L S 66/6–10 aufbewahrt.

Das in der vorliegenden Arbeit beschriebene und abgebildete Ammonitenmaterial wird unter der Inv.-Nr. MZA L 13a/42 und MZA L S 66/7, 8, 11 und 12 aufbewahrt.

Überfamilie **Psilocerataceae** HYATT 1867

Familie **Psiloceratidae** HYATT 1867

Unterfamilie **Psiloceratinae** HYATT 1867

Genus *Psiloceras* HYATT 1867

Typusart *Ammonites planorbis* SOWERBY 1824 (ICZN Opinion 324)

*Psiloceras (Psiloceras) ex gr. plicatulum* (QUENST.) emend. POMPECKJ

Tf. 6, Fig. 1

Vgl. Synonymie: LANGE (1941, S. 78), DONOVAN (1952, S. 635).

*Lectotypus*. – QUENSTEDT 1882, Tf. 1, Fig. 9, desig. SPATH (1924, S. 190).

Von der Grabung 1915 liegt ein Einzelfund vor (MZA L S 66/7), der aus einem mit Echinodermenresten angereicherten Knauer innerhalb der Schicht f stammt. Der hochovale Windungsquerschnitt und die sehr breiten auf die innere Flankenhälfte beschränkten, rippenartigen Erhebungen zeigen eine gewisse Ähnlichkeit zur obigen Art, insbesondere mit dem von QUENSTEDT (1882) auf Tafel 1, Figur 11, abgebildeten Fundstück (GPIT Ce 5/1/11).

*Masse*. –

	Dm	Nw	Wh	Wb	R/2
GPIT Ce 5/1/11	60,0	32,2(54)	16,5	11,9	11/11/10/10/10
MZA L S 66/7	58,0	31,0(53)	16,2	10	11/12*)

\*) Die inneren Windungen sind bis zu einem Dm von 40 mm nicht erhalten. Der letzte halbe Umgang gehört der Wohnkammer an.

Die rippenartigen Erhebungen schwächen sich auf den äusseren Windungen deutlich ab. DONOVAN (1952, S. 635) beschreibt aus der *planorbis*-Zone des Bristol-Distrikts die Unterart *bristoviense*. Das Hallauer Fundstück steht dieser Form näher als zur QUENSTEDTSchen Art, was die Rippenstärke und den Windungsquerschnitt betrifft (vgl. DONOVAN 1952, Tf. 22, Fig. 1). Nach den Ausführungen von Donovan besteht hinsichtlich der Skulptur eine Variationsbreite zwischen rippenartigen Erhebungen (folds) bis zu eigentlichen Rippen.

*Material*. – 1 Exemplar, MZA L S 66/7.

*Vorkommen*. – Knauerlage innerhalb der Schicht f, Hallau (Grabung 1915).

Untergattung *Caloceras* HYATT 1871

Typusart *Ammonites torus* D'ORBIGNY 1843

*Psiloceras (Caloceras) cf. torus hercynum* (LANGE)

Vgl. Synonymie: LANGE (1941, S. 98 und Tf. 8, Fig. 3a, b); BLOOS (1981, S. 25f., Abb. 8, 9a–c).

Diese Art zeichnet sich hauptsächlich durch den hochovalen Windungsquerschnitt, die stetig mehr oder weniger konstant anwachsende Rippenzahl im Laufe der Ontogenie aus. Das von Salzgitter auf Tafel 8, Figur 3, in LANGE (1941) abgebildete Fundstück zeigt sehr gute Übereinstimmung zu den meist in Windungsbruchstücken vorliegenden Funden aus Hallau. Auch diese weisen die relativ scharfen, leicht vorgeschwungenen Rippen auf und den hochovalen Windungsquerschnitt.

*Masse.* –

	Dm	Nw	Wh	Wb	R/2
LANGE 1941, Tf. 8, Fig. 3	64,0	38(59)	14	–	28/25/26/ca. 25
GPIG Nr. 375–385	55,5	32(58)	12	9,5	22/20/20
MZA L S 66/8, Tf. 6/2	ca. 54	31(57)	12,5	9,5	–
MZA L 13a/42, Tf. 6/3*)	46,0	25,2(55)	12,0	8	25/22/ca. 21

\*) MZA L 13a/42 ist auf dem letzten Umgang (Wohnkammerbereich) leicht verdrückt. Die Angabe der Wb ist ein Näherungswert.

*Material.* – Lediglich die beiden Funde MZA L S 66/8 und L 13a/42 konnten für eine Bestimmung herangezogen werden. Weitere Belege – Windungsbruchstücke, meist deformiert aus der Schicht f – gehören sicherlich demselben Formenkreis an (Anzahl um 20).

*Vorkommen.* – Schicht f, Hallau (Grabung 1915, 1981).

#### *Psiloceras (Caloceras) torus* (D'ORBIGNY)

Tf. 6, Fig. 4

Vgl. LANGE (1941, Tf. 8, Fig. 4a, b, non cet.).

Die Beispiele der Unterart *hercynum*, welche LANGE (1941) auf Tafel 8 abbildet, zeigen deutliche Unterschiede. Wesentlich plumpere und nicht geschwungene Rippen, im Vergleich zu Figur 3a, b, besitzt das wohlerhaltene Exemplar der Figur 4a, b. Dieses zeigt gute Übereinstimmung mit einem Fund aus Hallau (Grabung 1915/MZA L S 66/11).

*Masse.* –

	Dm	Nw	Wh	Wb	R/2
LANGE 1941, Tf. 8, Fig. 4	94	61(63)	17	13,5	31/28/25/25
MZA L S 66/11*)	78	49(63)	16	–	31/ca.27

\*) Die mangelhafte Erhaltung (Deformation, umgebendes Gestein) erlaubt die Ermittlung der Wb nicht.

*Material.* – 1 Exemplar, MZA L S 66/11.

*Vorkommen.* – Untere Pylonotenbank (Schicht g) der Grabung 1915, Hallau.

Aus dem Übergangsbereich (Schicht f/g) liegen einzelne Funde vor, die aufgrund des Rippenbaus der Untergattung *Curviceras* BLIND ähneln. Ein Beispiel dazu ist auf Tafel 6, Figur 5, abgebildet (MZA L S 66/12). Die mangelhafte Erhaltung lässt keine genaue Bestimmung zu. Erst ab der oberen Pylonotenbank (Schicht i) liegt *Curviceras* in bestimmbarer Erhaltung vor. Diese Erstfunde, bisher waren aus der Schicht i keine Ammonitenfunde bekannt (PEYER 1943, S. 309), sollen an anderer Stelle publiziert werden (vgl.

S. 150). POMPECKJS Kommentar zur Ammonitenfauna von Hallau (vgl. SCHALCH & PEYER 1919a, S. 278) schliesst ebenfalls mögliche Vertreter der Untergattung *Curviceras* (gr. *distinctum* POMPECKJ) ein.

### Biostratigraphie der Ammoniten

Im Profil Hallau (Grabungen 1915, 1942, 1981) treten die ersten Ammoniten in Schicht f auf (vgl. Fig. 1). Biostratigraphisch lassen sich folgende Aussagen machen.

1. Das Vorkommen von *Psiloceras* (*Psiloceras*) ex gr. *plicatulum* (QUENST.) deutet auf ein mögliches Vorhandensein von Ablagerungen der *pilonotum*-Subzone hin, zumindest auf den höheren Teil davon, wenn die von DONOVAN (1952, 1956) in England erkannte biostratigraphische Abfolge, wonach unberippte und berippte *Psiloceras*-Formen ein getrenntes Lager haben, auch für Südwestdeutschland und den Klettgau Gültigkeit hat. Nach ALTMANN (1965) gehört *Ps. plicatulum* (QUENST.) der von ihm definierten Zone A an (= *pilonotum*-Zone,  $\alpha$  1a LANGE 1931, 1941).

2. Ein Nachweis der *pilonotum*-Zone, wie er für Beggingen (Kt. Schaffhausen) vorliegt (SCHLATTER 1983), ist hier nicht so eindeutig gegeben. Der vorliegende Fund aus Schicht f weicht in der Rippenstärke etwas vom Typus ab. Eine spätere und damit eine biostratigraphisch jüngere Entwicklungsform dieser Art ist gut möglich.

3. Die für die nächsthöhere *torus*-Subzone (=  $\alpha$  1b LANGE 1931, 1941) massgebenden Ammonitenarten treten ebenfalls schon ab Schicht f auf (vgl. Fig. 1). Die häufigste Form ist *Psiloceras* (*Caloceras*) *torus* ex gr. *hercynum* (LANGE), die im Norddeutschen Unterlias die Zone b innerhalb der *Psiloceras*-Stufe charakterisiert (vgl. LANGE 1941, S. 168). Nach dem Gliederungsschema von ALTMANN (1965) entspricht diese biostratigraphische Einheit der Zone B (vgl. SCHLATTER 1983, S. 11, Abb. 2).

4. Aufgrund der vorliegenden Befunde ist eine biostratigraphische Unterscheidung zwischen einer *pilonotum*-Subzone und einer nächsthöheren *torus*-Subzone nicht möglich (vgl. Fig. 1). In der Schicht f ist möglicherweise ein Teil einer aufgearbeiteten *pilonotum*-Subzone enthalten, und zwar in den mit Echinodermenresten angereicherten, teils angebohrten Knauern.

### Gesamtinterpretation

Aufgrund der paläontologischen Ergebnisse ist die Transgression des Liasmeeres mit Aufarbeitungsvorgängen gekoppelt. Leider stehen die für die Klärung dieser Prozesse notwendigen sedimentologischen Untersuchungen noch aus. Einige Punkte, die das Geschehen an der Trias/Jura-Wende betreffen, lassen sich dennoch festhalten.

1. SCHALCH & PEYER (1919a, b) und PEYER (1943, S. 312) betonen, «dass das Gesteinsmaterial des Bonebeds ein Aufarbeitungsprodukt des darunterliegenden (Schicht c) Knollenmergels darstellt.» Die mikrofloristischen Daten zeigen oberen Mittelkeuper an. Dies gilt für die unteren 50 cm der Schicht c' der Grabung 1981. Rätische Sedimente fehlen aufgrund der palynologischen Befunde.

Die von PEYER (1956) aus dem Bonebed (Schicht e) beschriebenen Zähne urtümlicher Säuger sind nach CLEMENS (1980) keine Rät-Indikatoren. Dies gilt auch für die übrigen Zahnfunde (Beispiel: *Sargodon tomicus*).

Die Grabung 1981 bestätigt erneut das Vorkommen von Keupermaterial-Einschlüssen in den Schichten f–h (untere Hälfte).

*Möglicher Sedimentationsverlauf.* – Ablagerung von Knollenmergel in der Zeit des oberen Mittelkeupers. Einschwemmung von Bonebedmaterial und Kalkgrus. Aufarbeitung des noch nicht verfestigten Untergrundes sind die Folge. Für Einschwemmung sprechen die mehrheitlich abgerundeten Knochenreste und die ebenfalls gerundeten Kalkgruskomponenten, welche das sogenannte kompakte Mergelbonebed, Schicht d, aufbauen. Teils nesterweise angereichert finden sich isolierte Kalkgruskörnchen (mm-Bereich) auch im lockeren Mergelbonebed (Schichten e und c'). Einschwemmung und Aufarbeitung sind gekoppelte Vorgänge, deren Ablagerungsprodukte sehr lokal auftreten können. Dort, wo diese fehlen, Beispiel Grabung 1981, ist der Knollenmergel kaum aufgearbeitet. In der Schicht c' sind daher mögliche zeitliche Äquivalente der Schichten d und e enthalten. Der Profilbereich d–e und die oberen 50 cm von c' sind mikrofloristisch steril. Aufgrund der Mikroflora fehlen rätische Sedimente.

*Mögliche paläogeographische Erklärung.* – Die östliche Begrenzung der Schwarzwald-Aarmassiv-Schwelle lag wesentlich mehr im Osten, als dies BÜCHI et al. (1965, Fig. 9) annehmen. Der Klettgau lag somit weitgehend unter dem Einfluss dieser Schwelle. Damit liesse sich auch sedimentologisch eine Beziehung zu den Kalkgruskörnchen schaffen, woraus die kompakteren Kalkgrus-Schichten (d) hauptsächlich bestehen. Die Herkunft dieser Sedimentkomponenten leitet HOFMANN (1981, S. 11) von Krustenkalken des Keupers ab. Mit Recht sieht dieser Autor gewissen Parallelen zu den Kalkkonglomeraten, welche BRENNER (1973, S. 179f.) aus dem oberen Mittelkeuper Baden-Württembergs beschreibt (vgl. auch SINGH 1966, S. 13, Profil Aldingen). Diese Zeitangabe deckt sich mit den mikrofloristischen Befunden aus der Schicht c'.

2. Aufgrund der Keupermaterialeinschlüsse in den liassischen Sedimenten (bis Schicht h, untere Hälfte) muss auf Abtragungs- und Aufarbeitungsvorgänge geschlossen werden.

*Dauer.* – Die im unteren Bereich der Schicht h befindliche Ammonitenfauna ist für die *liasicus*-Zone (*torus*-Subzone, sensu LANGE 1931, 1941) charakteristisch. Damit haben diese sedimentologischen Vorgänge bis in diesen Zeitraum gedauert. Für diese zeitliche Einstufung massgebend ist das Auftreten von *Curviceras* (vgl. BLOOS 1979, Abb. 7).

### Verdankungen

Für die Bereitstellung von Vergleichsproben und die Erlaubnis der Veröffentlichung ihrer Untersuchungsergebnisse danken wir Herrn Dr. R. Wild (Staatliches Museum für Naturkunde, Stuttgart). Herr Walter Schutz, Neunkirch (Kt. Schaffhausen), stellte bereitwillig die Feldbuchaufzeichnungen seines Bruders zur Verfügung. Die Erlaubnis für die Freilegung des Profils verdanken die Autoren dem Gemeindepräsidenten von Hallau, Herrn E. Pfistner. Das Grabungsprojekt wurde finanziell unterstützt von der Stadt Schaffhausen, der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen sowie von Seiten des Paläontologischen Instituts der Universität Zürich. Den Genannten gilt ein herzlicher Dank.

### LITERATURVERZEICHNIS

- ACHILLES, H. (1981): Die rätische und liassische Mikroflora Frankens. – *Palaeontographica* (B) 179, 1–86.
- ACHILLES, H., KAISER, H., & SCHWEITZER, H.-J. (1984): Die rätourassischen Floren des Iran und Afghanistans. 7. Die Mikroflora der obertriadisch-jurassischen Ablagerungen des Alborz-Gebirges (Nordiran). – *Palaeontographica* (B) 194, 14–95.
- ADLOFF, M. C., & DOUBINGER, J. (1975): Observations palynologiques dans le Rhétien du Plateau d'Antully (bordure N.E. du Massif Central français). – *Bull. Soc. Hist. nat. Autun* 73, 1–5.
- ALTMANN, H. J. (1965): Beiträge zur Kenntnis des Rhät-Lias-Grenzbereichs in Südwest-Deutschland. – Diss. Univ. Tübingen.
- ARKELL, W. J. (1957): Mesozoic Ammonoidea (ARKELL, W. J., KUMMEL, B., & WRIGHT, C. W.). In: MOORE, R. C. (Hrsg.): *Treatise on Invertebrate Paleontology* L, L80–L490. – Lawrence, Kansas.

- ASHRAF, A. R. (1977): Die rätio-jurassischen Floren des Iran und Afghanistans. 3. Die Mikrofloren der rätischen bis unterkretazischen Ablagerungen Nordafghanistans. – *Palaeontographica (B)* 161, 1–97.
- BESEMS, R. E. (1981a): Aspects of Middle and Late Triassic Palynology. 1. Palynostratigraphical data from the Chiclana de Segura Formation of the Linares-Alcaez region (southeastern Spain) and correlation with palynological assemblages from the Iberian Peninsula. – *Rev. Palaeobot. Palynol.* 32/2–3, 257–273.
- (1981b): Aspects of Middle and Late Triassic Palynology. 2. Preliminary palynological data from the Hornos-Siles Formation of the Prebetic Zone NE province of Jaén (southeastern Spain). – *Rev. Palaeobot. Palynol.* 32/4, 389–400.
- (1982): Aspects of Middle and Late Triassic Palynology. 4. Palynological information from the Triassic of the External Zone of the Betic Cordilleras in the province Jaén, southern Spain (with a note on the presence of Cretaceous palynomorphs in a presumed «Keuper» section). – *Proc. (kon.) nederl. Akad. Wetensch.* 85/1, 1–27.
- (1983): Aspects of Middle and Late Triassic Palynology. 3. Palynology of Hornos-Siles Formation (Prebetic Zone, Province of Jaén, southern Spain), with additional information on the macro- and microfaunas. – *Österr. Akad. Wiss. Schriftenr. Erdwiss. Komm.* [im Druck].
- BHARADWAJ, D. C., & SINGH, M. P. (1964): An Upper Triassic miospore assemblage from the coals of Lunz (Austria). – *Paleobotanist* 12, 28–44.
- BLOOS, G. (1979): Über den Jura am Grossen Hassberg (Unterfranken, N-Bayern) mit Bemerkungen zum Rät. – *Stuttgarter Beitr. Natkd. (B)* 44.
- (1981): Zur Stratigraphie und Ammonitenfauna des marinen Hettangiums (Unterer Lias) in Oberfranken (N-Bayern). – *Stuttgarter Beitr. Natkd. (B)* 78.
- BRENNER, K. (1973): Stratigraphie und Paläogeographie des oberen Mittelkeupers in Südwest-Deutschland. – *Arb. Inst. Geol. Paläont. Univ. Stuttgart [N.F.]* 68, 101–222.
- BRENNER, W. (1983): Palynologische Untersuchungen der Rhät-Lias-Grenze in Oberschwaben (W-Molasse). – Unveröffentl. Diplomarb. Univ. Tübingen.
- BRUGMAN, W. A. (1983): Permian-Triassic Palynology. – Unpubl. report, Laboratory of Palaeobotany and Palynology of the State University of Utrecht, The Netherlands.
- BÜCHI, U. P., LEMKE, K., WIENER, G., & ZIMMER, J. (1965): Geologische Ergebnisse der Erdölexploration im Untergrund des Schweizerischen Molassebeckens. – *Bull. Ver. schweiz. Petroleum-Geol. u. -Ing.* 32/82, 7–38.
- CLARKE, R. F. A. (1965): Keuper miospores from Worcestershire, England. – *Palaeontology* 8, 322–354.
- CLEMENS, W. A. (1980): Rhaeto-Liassic Mammals from Switzerland and West Germany. – *Zitteliana* 5, 51–92.
- COUPER, R. A. (1953): Upper Mesozoic and Caenozoic spores and pollen grains from New Zealand. – *New Zealand Geol. Surv. Paleont. Bull.* 22, 1–77.
- (1958): British Mesozoic microspores and pollen grains, a systematic and stratigraphic study. – *Palaeontographica (B)* 103, 75–179.
- DONOVAN, D. T. (1952): The ammonites of the Blue Lias of the Bristol District. Part I. Psiloceratidae and Schlotheimidae. – *Ann. Mag. nat. Hist.* 5/12, 629–655.
- (1956): The zonal stratigraphy of the Blue Lias around Keynsham, Somerset. – *Proc. geol. Assoc.* 66, 182–212.
- (1961): Hettangian to Lower Pliensbachian. – In: DEAN, W. T., DONOVAN, D. T., & HOWARTH, M. K.; The Liassic zones and subzones of the north-west European Province. – *Bull. brit. Mus. nat. Hist.* 4/10, 442–468.
- DUNAY, R. E., & FISHER, M. J. (1974): Late Triassic palynofloras of North America and their European correlatives. – *Rev. Palaeobot. Palynol.* 17/1–2, 179–186.
- HEUNISCH, C. (1984): Zur Palynologie des Unteren Keupers in Franken, S-Deutschland. – Unveröffentl. Diss. Univ. Würzburg.
- HOFMANN, F. (1981): Erläuterungen zu Blatt Neunkirch. – *Geologischer Atlas der Schweiz, Atlasblatt 74.* Schweiz. geol. Komm.
- KAISER, H., & ASHRAF, A. R. (1974): Gewinnung und Präparation fossiler Sporen und Pollen sowie anderer Palynomorphae unter besonderer Betonung der Siebmethode. – *Geol. Jb.* 25/6, 85–114.
- KLAUS, W. (1960): Sporen der Karnischen Stufe der Ostalpinen Trias. – *Jb. geol. Bundesanst.* 5, 107–183.
- LANGE, W. (1931): Die biostratigraphischen Zonen des Lias und Vollraths petrographische Leithorizonte. – *Cbl. Mineral. Geol. Paläont.* 1931, 349–372.
- (1941): Die Ammonitenfauna der Psiloceras-Stufe Norddeutschlands. – *Palaeontographica (A)* 93, 1–192.
- LEI ZUO-QUI (1978): The sporopollen assemblage of Shezhe Formation of Yipingland coal series in Luquan of Yunnan and its stratigraphical significance. – *Acta bot. sinica* 20/3, 229–236 (in Chinesisch mit engl. Abstract).
- LESCHIK, G. (1955): Die Keuperflora von Neuwelt bei Basel. II. Die Iso- und Mikrosporen. – *Schweiz. Paläont. Abh.* 72, 1–70.
- LUND, J. J. (1977): Rhaetic to Lower Liassic palynology of the onshore south-eastern North Sea Basin. – *Danm. geol. Unders. (Ser. 2)* 109, 1–102.

- MÄDLER, K. (1964a): Die geologische Verbreitung von Pollen und Sporen in der deutschen Trias. – Beih. geol. Jb. 65, 1–145.
- MORBAY, S. J. (1975): The palynostratigraphy of the Rhaetian Stage, Upper Kendelbachgraben, Austria. – *Palaeontographica* (B) 152, 1–75.
- NILSSON, T. (1958): Über das Vorkommen eines mesozoischen Sapropelgesteins in Schonen. – *Lunds Univ. Arsskr. [N.F.]* 2, 1–111.
- ORBELL, G. (1973): Palynology of the British Rhaeto-Liassic. – *Bull. geol. Surv. G.B.* 44, 1–44.
- ORLOWSKA-ZWOLINSKA, T. (1967): Microfloristic criteria for age determination of the beds occurring in the Triassic-Jurassic boundary in the Extra-Carpathian areas of Poland. – *Biul. Inst. Geol.* 203, 52–55.
- (1971): On several stratigraphically important species of sporomorphs occurring in the Keuper of Poland. – *Acta Soc. Bot. Poland* 40/4, 633–657.
- (1983): Palynostratigraphy of the upper part of Triassic epicontinental sediments in Poland. – *Wydaw. Geol.* 104, 1–89 (polnisch mit engl. Abstract).
- PEDERSON, K. R., & LUND, J. J. (1980): Palynology of the plant-bearing Rhaetian to Hettangian Kap Stewart Formation, Scoresby Sund, East Greenland. – *Rev. Palaeobot. Palynol.* 31/1–2, 1–69.
- PEYER, B. (1943): Beiträge zur Kenntnis von Rhät und Lias. – *Eclogae geol. Helv* 36/2, 303–326 (ausgegeben 1944).
- (1956): Über Zähne von Haramiyden, von Triconodonten und von wahrscheinlich synapsiden Reptilien aus dem Rhät von Hallau, Kt. Schaffhausen, Schweiz. – *Schweiz. paläont. Abh.* 72, 1–72.
- POTONIÉ, R. (1956, 1958, 1960, 1966, 1970): Synopsis der Gattungen der Sporae dispersae, Teil I, II, III, IV, V u. VI. – *Beih. geol. Jb.* 23, 31, 39, 72, 87.
- (1975): Beiträge zur Sporologie. – *Fortschr. Geol. Rheinl. Westfal.* 25, 1–282.
- QUENSTEDT, F. A. (1882–1888): Die Ammoniten des Schwäbischen Jura (Lief. 1, S. 1–48, Tf. 1–6: 1882). – *Schweizerbart, Stuttgart*.
- SCHALCH, F., & PEYER, B. (1919a): Über ein neues Rhätvorkommen im Keuper des Donau-Rheinzuges. – *Mitt. Bad. geol. Landesanst.* 8/2, 263–298.
- (1919b): Über ein neues Rhätvorkommen im Keuper des Donau-Rheinzuges. – *Vjschr. natf. Ges. Zürich* 64, 100–116.
- SCHOURING, B. W. (1970): Palynologische und palynostratigraphische Untersuchungen des Keupers im Böhchentunnel (Solothurner Jura). – *Schweiz. paläont. Abh.* 88, 119.
- SCHLATTER, R. (1983): Erstnachweis des tiefsten Hettangium im Klettgau (Kanton Schaffhausen, Schweiz). – *Mitt. natf. Ges. Schaffhausen* 32, 159–175.
- SCHULZ, E. (1967): Sporenstratigraphische Untersuchungen rätio-liassischer Schichten im Zentralteil des Germanischen Beckens. – *Paläont. Abh. (B), Paläobotanik* II, 3–4, 543–627.
- SCHURMAN, W. M. L. (1976): Aspects of Late Triassic Palynology. 1. On the morphology, taxonomy and stratigraphical/geographical distribution of the form genus *Ovalipollis*. – *Rev. Palaeobot. Palynol.* 21/4, 241–266.
- (1977): Aspects of Late Triassic Palynology. 2. Palynology of the «Grès et Schiste à *Avicula contorta*» and «Argiles de Levallois» (Rhaetian) of NE-France and S-Luxembourg. – *Rev. Palaeobot. Palynol.* 23/3, 159–253.
- (1979): Aspects of Late Triassic Palynology. 3. Palynology of latest Triassic and earliest Jurassic deposits of the northern Limestone Alps in Austria and southern Germany, with special reference to a palynological characterization of the Rhaetian Stage in Europe. – *Rev. Palaeobot. Palynol.* 27/1, 53–75.
- SINGH, I. B. (1966): Sedimentologie der Keuper-Lias-Grenzsichten von Württemberg (Deutschland). – *Arb. geol.-paläont. Inst. TH Stuttgart, N.F.* 52, 1–95.
- SPATH, L. F. (1924): The Ammonites of the Blue Lias. – *Proc. geol. Assoc.* 35, 186–211.
- VAN DER EEM, J. G. L. A. (1983): Aspects of Middle and Late Triassic Palynology. 6. Palynological investigations in the Ladinian and lower Karnian of the Western Dolomites, Italy. – *Rev. Palaeobot. Palynol.* 39/3–4, 189–300.
- VENKATACHALA, B. S. (1966): Mesozoic operculate pollen and their morphology. – *Paleobotanist* 15, 98–101.
- VISSCHER, H., & BRUGMAN, W. A. (1981): Ranges of selected palynomorphs in the alpine Triassic of Europe. – *Rev. Palaeobot. Palynol.* 34/1, 115–128.
- VISSCHER, H., & KRYSZYN, L. (1978): Aspects of Late Triassic Palynology. 4. A palynological assemblage from ammonoid-controlled Late Karnian (Tuvalian) sediments of Sicily. – *Rev. Palaeobot. Palynol.* 26/1–4, 93–112.

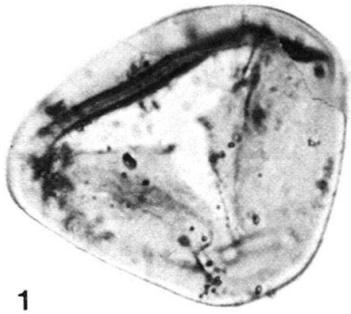
Manuskript eingegangen am 15. November 1985

angenommen am 24. Dezember 1985

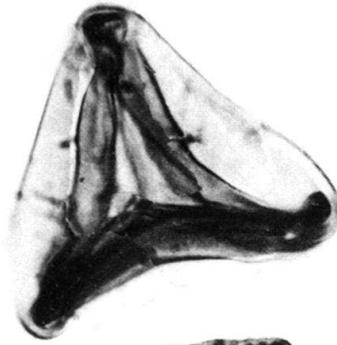
**Tafel 1**

Alle Vergrößerungen  $\times 1000$ , ausser wenn besonders ausgewiesen

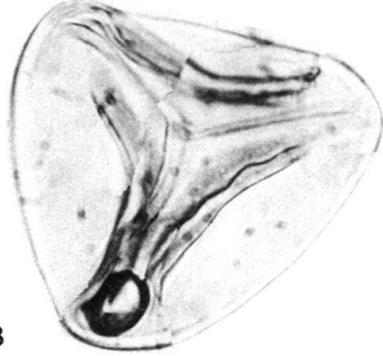
- Fig. 1            *Cyathidites minor* COUPER 1953  
(Hallau 1981 – 90, 42,5/90,4), Grösse: 32  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 2            *Concavisporites toralis* (LESCHIK 1955) NILSSON 1958  
(Hallau 1981 – 95–100, 36,9/99,3), Grösse: 34  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 3            *Dictyophyllidites harrisii* COUPER 1958  
(Hallau – 95–100, 31,0/99,9), Grösse: 42  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 4            *Undulatisporites pflugii* POCOCK 1970  
(Hallau – 95–100, 29,4/98,7), Grösse: 35  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 5            *Calamospora tener* (LESCHIK 1955) MÄDLER 1964  
(Hallau – 100, 37,8/101,6), Grösse: 36  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 6            *Todisporites cinctus* (MALJAVKINA 1949) ORLOWSKA-ZWOLINSKA 1981  
(Hallau – 95–100, 46,6/105,3), Grösse: 46  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 7            *Cyclogranisporites opressus* LESCHIK 1955  
(Hallau – 95, 38,5/96,6), Grösse: 20  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 8, 9a, b    *Conbaculatisporites mesozoicus* KLAUS 1960  
Fig. 8 (Hallau – 95–100, 49,5/106,4), Grösse. 39  $\mu\text{m}$ .  
Fig. 9a: SEM-Aufnahme (Hallau – 90).  
Fig. 9b: Detailaufnahme. Zu erkennen ist die stellenweise Erweiterung der Baculae an der Basis.
- Fig. 10           *Conbaculatisporites triassicus* BHARADWAJ & SINGH 1964  
(Hallau – 95–100, 35,4/100,3), Grösse: 54  $\mu\text{m}$ .



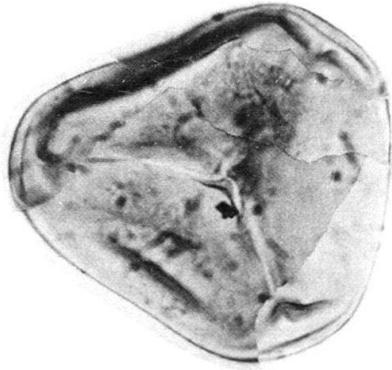
1



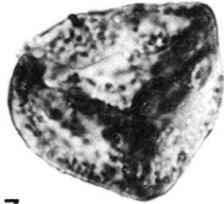
2



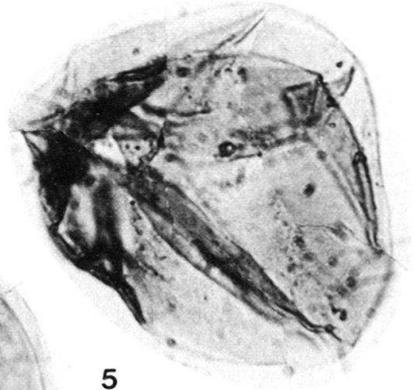
3



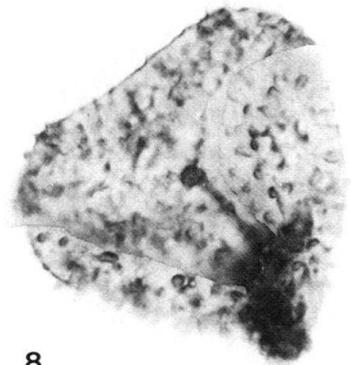
4



7



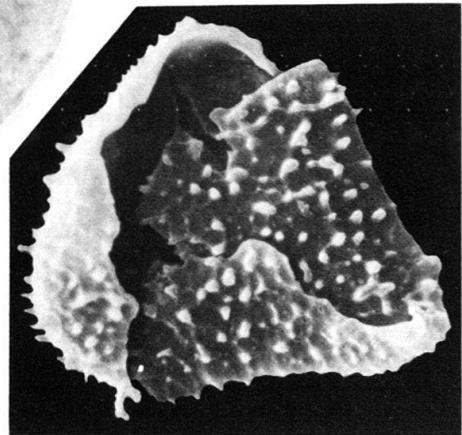
5



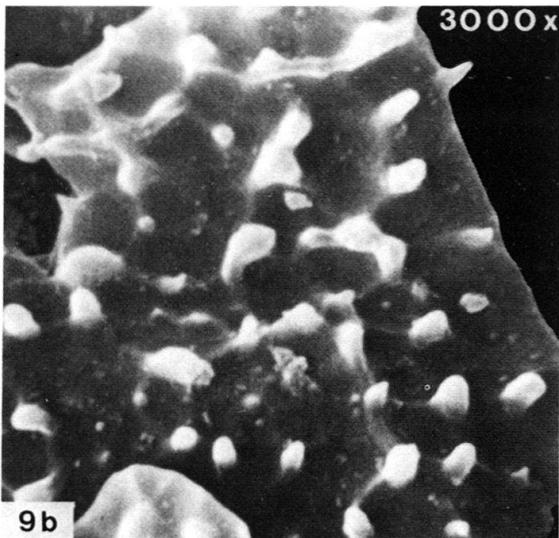
8



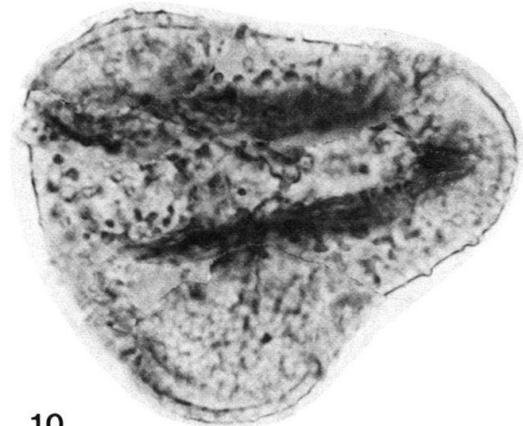
6



9a



9b

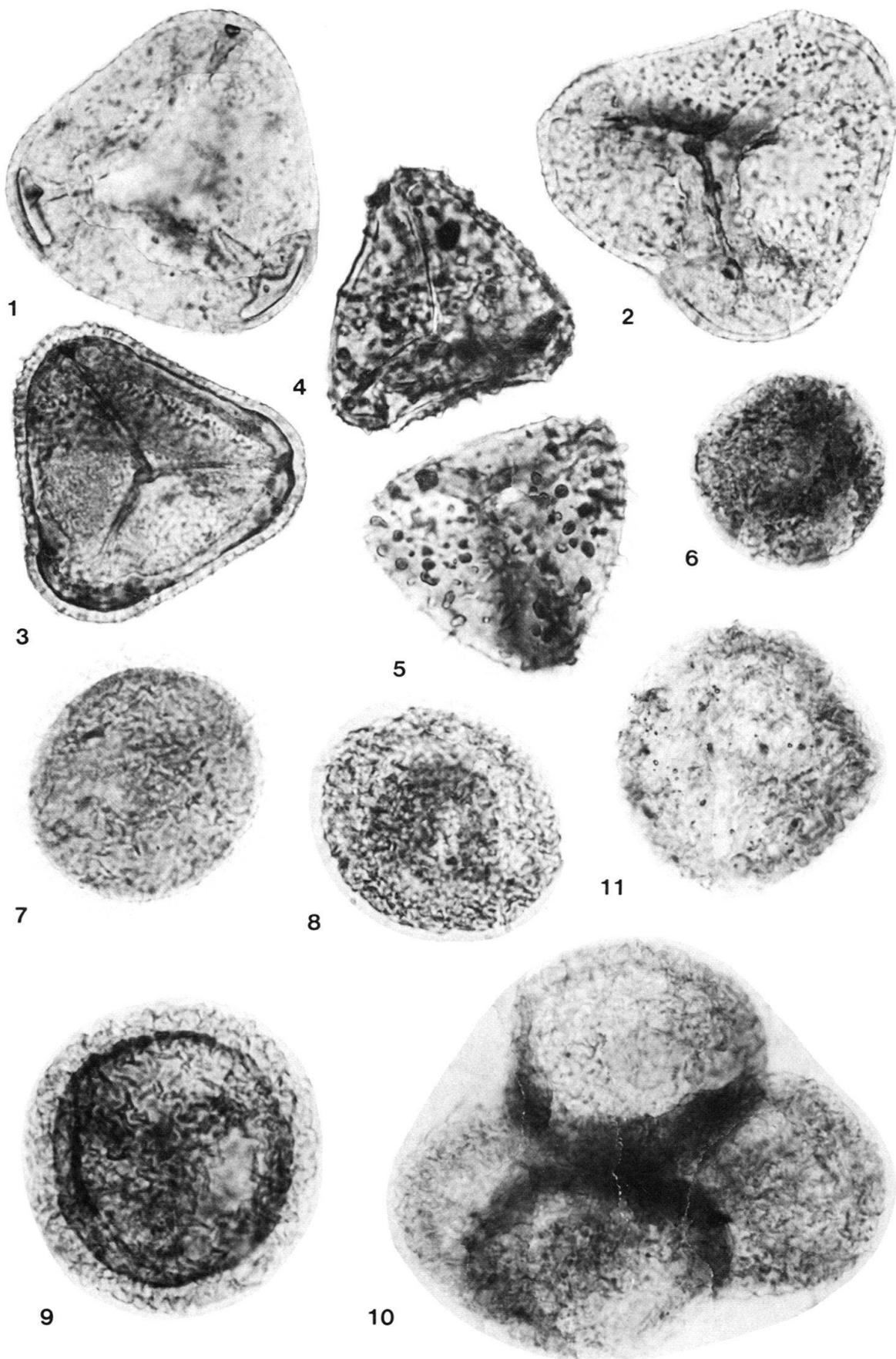


10

**Tafel 2**

Alle Vergrößerungen  $\times 1000$ , ausser wenn besonders ausgewiesen

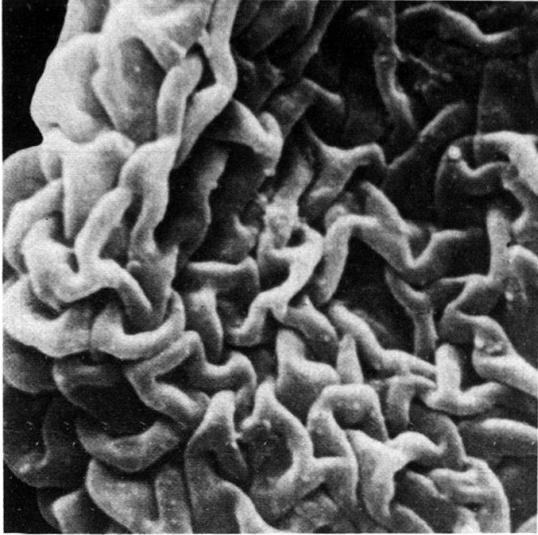
- Fig. 1, 2      *Microreticulatisporites fuscus* (NILSSON 1958) MORBEY 1975  
Fig. 1 (Hallau – 95–100, 49,5/106,4), Grösse: 44  $\mu\text{m}$ .  
Fig. 2 (Hallau – 100, 33,7/101,4), Grösse: 53  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 3      *Trachysporites tuberosus* NILSSON 1958  
(Hallau – 95–100, 46,8/99,1), Grösse: 42  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 4, 5      *Acanthotriletes varius* (NILSSON 1958) SCHUURMAN 1977  
Fig. 4 (Hallau – 95–100, 31,3/100,6), Grösse: 34  $\mu\text{m}$ .  
Fig. 5 (Hallau – 95–100, 38,7/108,6), Grösse: 35  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 6      *Enzonalasporites manifestus* LESCHIK 1955  
(Hallau – 90, 28,0/107,1), Grösse: 25  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 7      *Enzonalasporites vigenis* LESCHIK 1955  
(Hallau – 95–100, 44,4/93,5), Grösse: 43  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 8      *Patinasporites densus* (LESCHIK 1955) SCHEURING 1970  
(Hallau – 95, 48,3/99,2), Grösse: 41  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 9–11      *Vallasporites ignacii* (LESCHIK 1955) SCHEURING 1970  
Fig. 9 (Hallau – 95–100, 39,2/112,4), Grösse: 48  $\mu\text{m}$ .  
Fig. 10 Massulae (Hallau – 95–100, 31,3/107,4), Grösse: 74  $\mu\text{m}$ .  
Fig. 11 (Hallau – 95–100, 27,6/108,9), Grösse: 33  $\mu\text{m}$ .



### Tafel 3

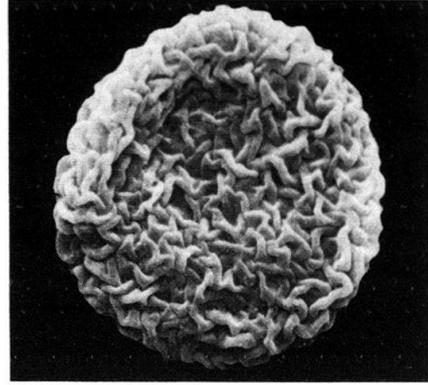
Alle Vergrößerungen  $\times 1000$ , ausser wenn besonders ausgewiesen

- Fig. 1a, b-3      *Vallasporites ignacii* (LESCHIK 1955) SCHEURING 1970  
 Fig. 1a: Distalansicht, SEM-Aufnahme (Hallau – 95).  
 Fig. 1b: Detailaufnahme. Deutlich ist die Abgrenzung des äquatorialen, ringförmigen Saumes erkennbar, in dessen Bereich die gehirnwindenartig ausgebildeten Rugulae inniger miteinander verwoben sein können.  
 Fig. 2a: Proximalansicht, SEM-Aufnahme (Hallau – 90).  
 Fig. 2b: Detailaufnahme. Zu beachten ist das nahtlose Übergehen von den die Tetradenmarke formenden «Rücken» in den äquatorialen Saum.  
 Fig. 3: Proximalansicht, SEM-Aufnahme (Hallau – 100). Deutlich ist die Tetradenmarke sichtbar.
- Fig. 4-6      *Ovalipollis pseudoalatus* (THIERGART 1949) SCHUURMAN 1976  
 Fig. 4: (Hallau – 80, 39,7/104,3), Grösse: Länge 69  $\mu\text{m}$ , Breite 48  $\mu\text{m}$ .  
 Fig. 5: (Hallau – 80, 26,4/111,1), Grösse: Länge 44  $\mu\text{m}$ , Breite 38  $\mu\text{m}$ . Zu beachten ist die Ausdünnung der Sexine an den Enden der Transversalachse sowie der elliptische Umriss der Nexine.  
 Fig. 6: (Hallau – 100, 29,8/109,4), Grösse: Länge 61  $\mu\text{m}$ , Breite 39  $\mu\text{m}$ . Die Sexine zeigt eine extreme Ausdünnung an den Enden der transversalen Achse.

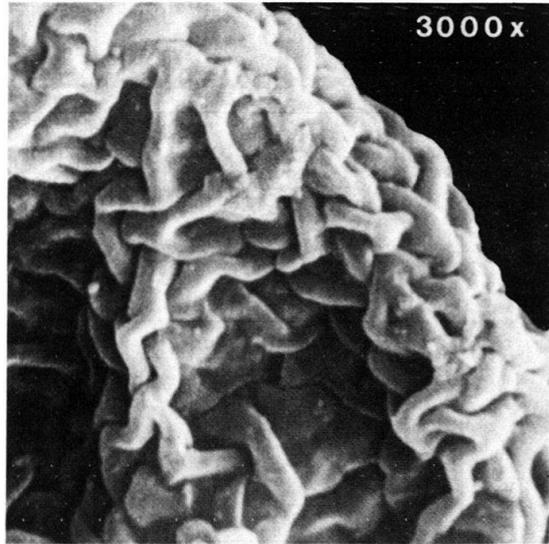


1 b

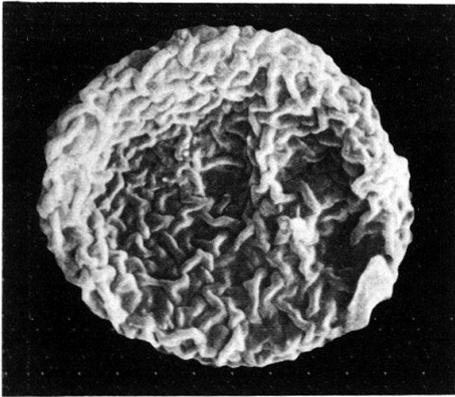
3000 x



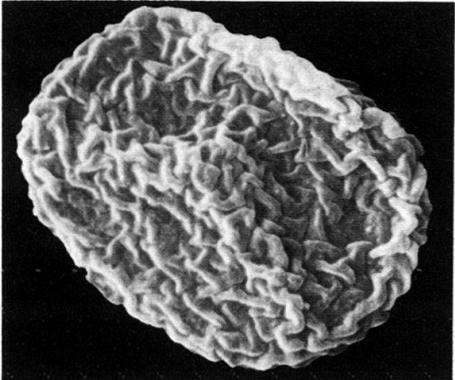
1 a



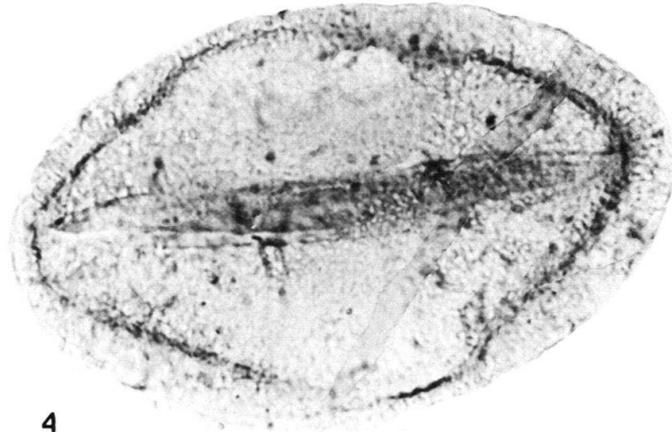
2 b



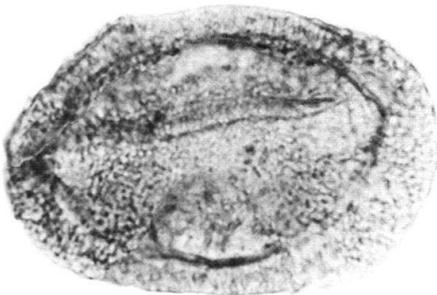
2 a



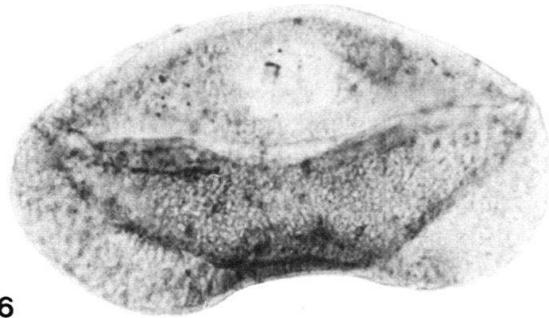
3



4



5



6

**Tafel 4**

Alle Vergrößerungen  $\times 1000$ , ausser wenn besonders ausgewiesen

Fig. 1–4a, b

*Ovalipollis pseudoalatus* (THIERGART 1949) SCHUURMAN 1976

Fig. 1: Proximalansicht (SEM-Aufnahme, Hallau – 80).

Fig. 2: Proximalansicht, deutlich diploxyloidalen Habitus zeigend (Hallau – 70, 38,5/104,9), Grösse: Länge 46  $\mu\text{m}$ , Breite 30  $\mu\text{m}$ .

Fig. 3: (Hallau – 95–100, 31,4/107,8), Grösse: Länge 28  $\mu\text{m}$ , Breite 24  $\mu\text{m}$ .

Fig. 4a: Distalansicht (SEM-Aufnahme, Hallau – 80).

Fig. 4b: Detailaufnahme. Durch das Ablösen der äussersten Sexine wird deren eigentliche Struktur als dreidimensionales Netzwerk deutlich sichtbar.

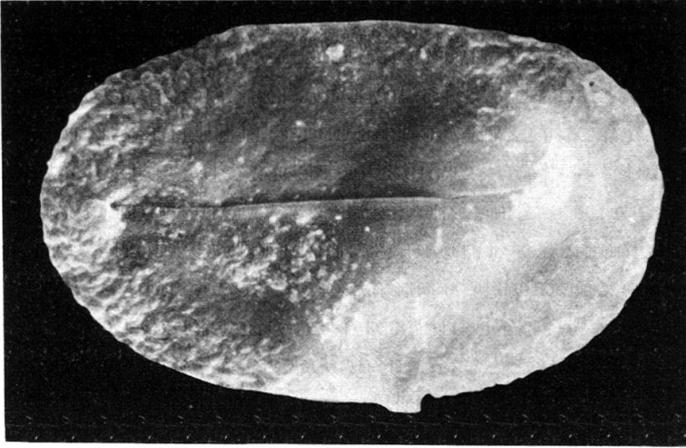
Fig. 5–7

*Gliscopollis meyeriana* (KLAUS 1960) VENKATACHALA 1966

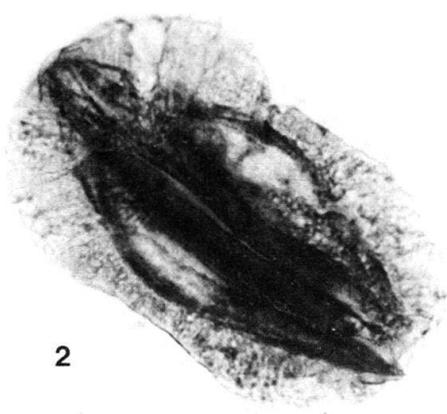
Fig. 5: Massulae (SEM-Aufnahme, Hallau – 90).

Fig. 6a, b: Massulae (Hallau – 90, 42,1/103,5), Grösse: 45  $\mu\text{m}$ .

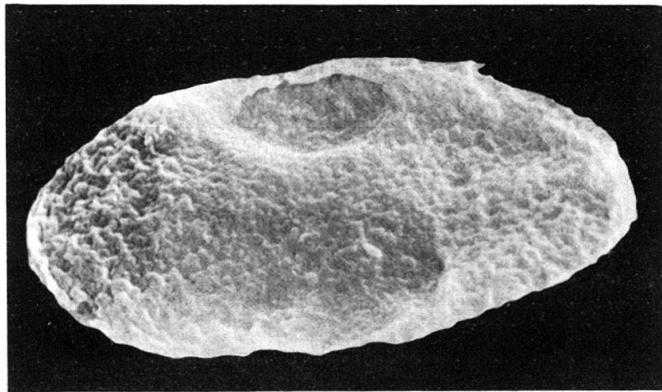
Fig. 7: Zwei beieinander liegende Einzelexemplare (Hallau – 100, 41,5/103,8), Grösse: 26  $\mu\text{m}$ .



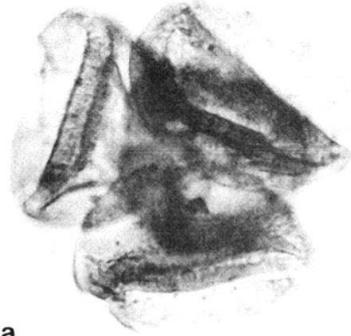
1



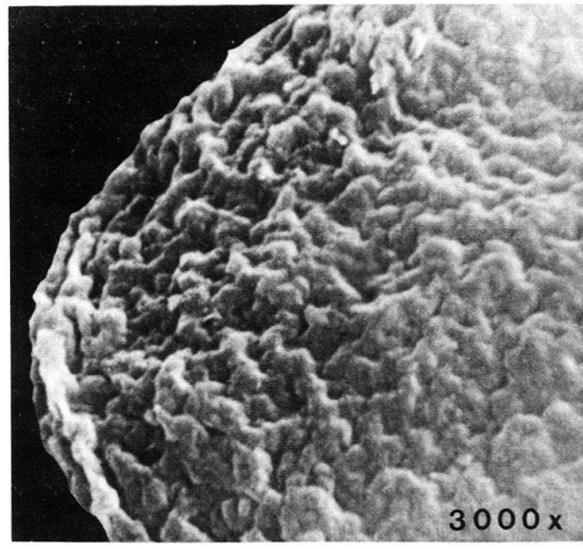
2



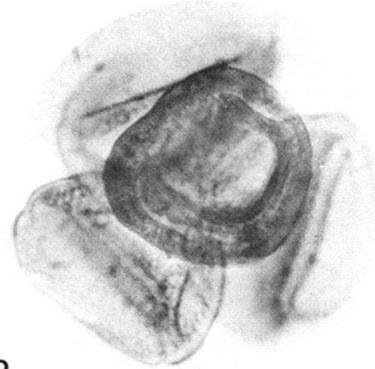
4 a



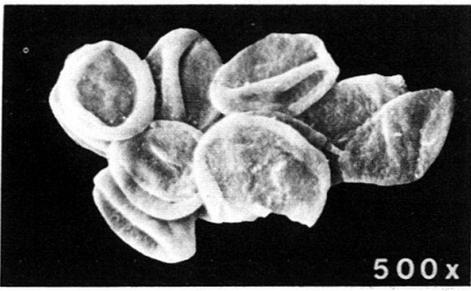
6 a



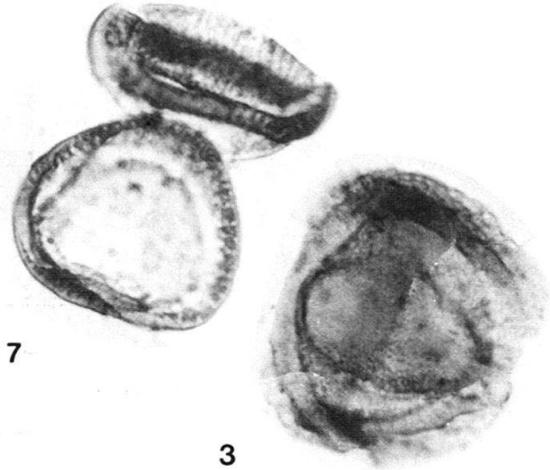
4 b



6 b



5



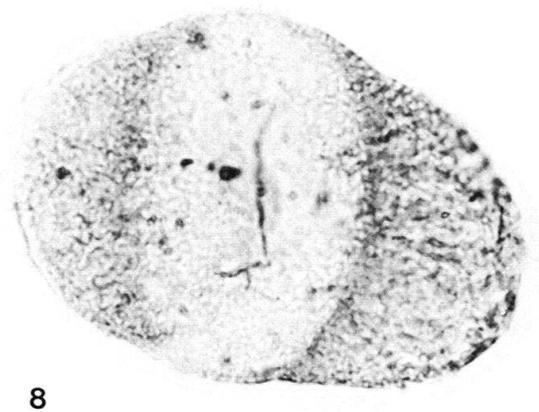
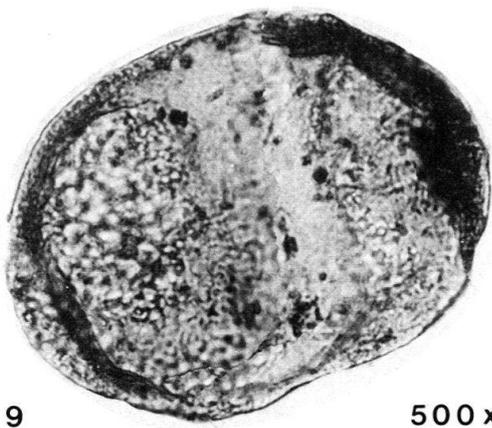
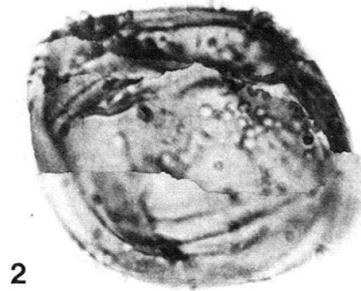
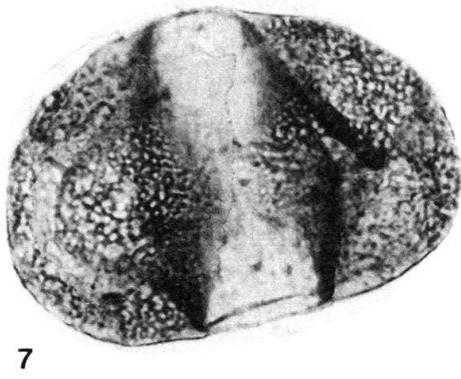
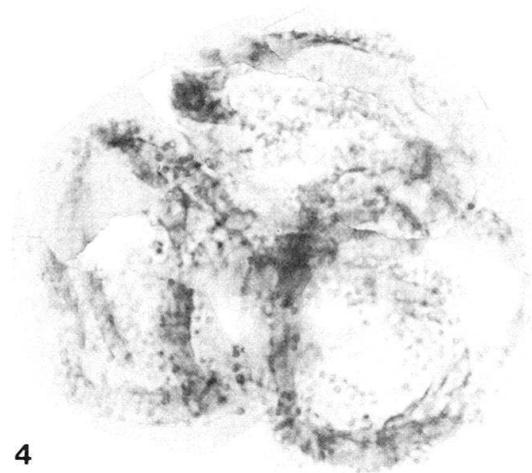
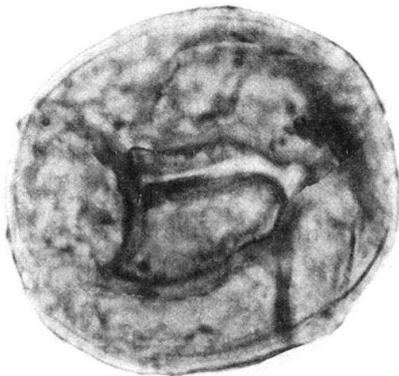
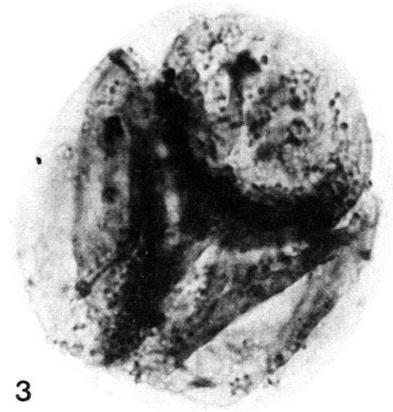
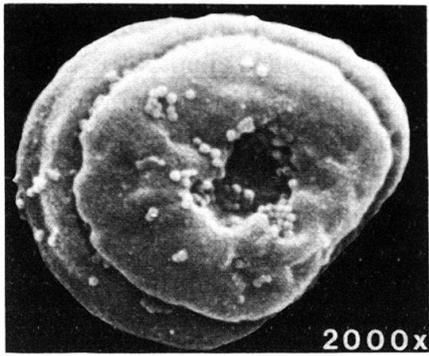
7

3

**Tafel 5**

Alle Vergrößerungen  $\times 1000$ , ausser wenn besonders ausgewiesen

- Fig. 1 *Gliscopollis meyeriana* (KLAUS 1960) VENKATACHALA 1966  
Einzelexemplar (SEM-Aufnahme, Hallau – 80).
- Fig. 2–4 *Granuloperculatipollis rudis* (VENKATACHALA & GOCZAN 1964) MORBEY 1975  
Fig. 2: Einzelexemplar (Hallau – 90, 44,7/110,5), Grösse: 33  $\mu\text{m}$ .  
Fig. 3: Massulae (Hallau – 90, 42,1/108,2), Grösse: 42  $\mu\text{m}$ .  
Fig. 4: Massulae (Hallau – 95–100, 21,4/97,8), Grösse: 59  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 5 *Laricoidites intragranulosus* BHARADWAJ & SINGH 1964  
(Hallau – 95–100, 35,8/100,6), Grösse: 44  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 6 *Monosulcites minimus* COUPER 1958  
(Hallau – 100, 43,5/91,5), Grösse: 23  $\times$  14  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 7 *Alisporites toralis* (LESCHIK 1955) CLARKE 1965  
(Hallau – 95–100, 33,3/104,3), Grösse: Länge 54  $\mu\text{m}$ , Breite 40  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 8 *Pityosporites illustris* LESCHIK 1955  
(Hallau – 90, 28,4/102,2), Grösse: Länge 55  $\mu\text{m}$ , Breite 42  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 9 *Pityosporites neomundanus* LESCHIK 1955  
(Hallau – 100, 40,1/110,2), Grösse: Länge 101  $\mu\text{m}$ , Breite 74  $\mu\text{m}$ .



## Tafel 6

Alle Abbildungen entsprechen der natürlichen Grösse

- Fig. 1 *Psiloceras (Psiloceras) ex gr. plicatum* (QUENSTEDT) emend. POMPECKJ  
Mergelkalkknauer innerhalb der Schicht f, Unter-Hettangian, höhere *pilonotum*-Zone, Hallau.  
Belegsammlung zu SCHALCH & PEYER (1919b).  
Sammlung Museum zu Allerheiligen, Schaffhausen, Inv.-Nr. MZA L S 66/7.
- Fig. 2 *Psiloceras (Caloceras) cf. torus hercynum* (LANGE)  
Schicht f, Unter-Hettangian, *liasicus*-Zone, *torus*-Subzone, Hallau.  
Belegsammlung zu SCHALCH & PEYER (1919b).  
a: Lateralansicht, b: Externansicht (Wohnkammerbruchstück).  
Sammlung Museum zu Allerheiligen, Schaffhausen, Inv.-Nr. MZA L S 66/8.
- Fig. 3 *Psiloceras (Caloceras) cf. torus hercynum* (LANGE)  
Mergelkalkknauer innerhalb der Schicht f, Unter-Hettangian, *liasicus*-Zone, *torus*-Subzone, Hallau.  
Belegsammlung Grabung Hallau 1981.  
Sammlung Museum zu Allerheiligen, Schaffhausen, Inv.-Nr. MZA L 13a/42.
- Fig. 4 *Psiloceras (Caloceras) torus* (D'ORBIGNY)  
Untere Pilonotenbank, Schicht g, Unter-Hettangian, *liasicus*-Zone, *torus*-Subzone, Hallau.  
Belegsammlung zu SCHALCH & PEYER (1919b).  
Sammlung Museum zu Allerheiligen, Schaffhausen, Inv.-Nr. MZA L S 66/11.
- Fig. 5 *Psiloceras (Curviceras) sp. (cf. distinctum POMPECKJ)*  
Übergangsbereich, Schichten f/g, Unter-Hettangian, *liasicus*-Zone, *torus*-Subzone, Hallau.  
Belegsammlung zu SCHALCH & PEYER (1919b).  
Sammlung Museum zu Allerheiligen, Schaffhausen, Inv. Nr. MZA L S 66/12.



1



2 a



2 b



4



5



3

