

Jubiläumsschrift 20 Jahre Geologische Zusammenarbeit Österreich – Ungarn			A 20 éves magyar-osztrák földtani együttműködés jubileumi kötete		
Redaktion: Harald Lobitzer, Géza Császár & Albert Daurer			Szerkesztette: Lobitzer Harald, Császár Géza & Daurer Albert		
Teil 2	S. 285–322	Wien, November 1994	2. rész	pp. 285–322	Bécs, 1994. november
ISBN 3-900312-92-3					

## Lebensspuren der Oberalmer, Schrambach- und Roßfeld-Formation (Oberjura/Unterkreide) der Salzburger Kalkalpen

Von HARALD LOBITZER, ILONA BODROGI & EDIT FILÁ CZ  
Mit Beiträgen von HERBERT STRADNER & ROUBEN SURENIAN\*)

Mit 2 Abbildungen, 2 Tabellen und 12 Tafeln



"Tethyan Cretaceous Correlation"

Österreichische Karte 1 : 50.000  
Blatt 94

*Österreich  
Salzburg  
Nördliche Kalkalpen  
Oberalmer Schichten  
Schrambach-Schichten  
Tauglboden-Schichten  
Roßfeld-Schichten  
Lebensspuren  
Fazies  
Foraminiferen  
Calpionelliden  
Aptychenschichten  
Dasycladaceen  
Mikroplankton  
Steinbrüche*

### Inhalt

Zusammenfassung .....	285
Összefoglalás .....	286
Abstract .....	286
1. Einleitung .....	286
2. Historischer Rückblick .....	287
3. Die Lebensspuren der Tauglboden-Schichten .....	287
4. Die Lebensspuren der Oberalmer Schichten .....	288
5. Die Lebensspuren der Schrambach-Schichten .....	289
6. Die Lebensspuren der Roßfeld-Schichten .....	289
7. Aufschlußbeschreibung, Stratigraphie und Fazies ausgewählter Vorkommen .....	290
8. Bemerkungen zu den Lebensspuren .....	296
Dank .....	298
Tafeln 1–12 .....	298
Literatur .....	322

### Zusammenfassung

Obwohl Lebensspuren in den klassischen (hemipelagischen) Oberjura/Unterkreide-Schichtfolgen der Salzburger Kalkalpen schon seit mehr als 150 Jahren in der Literatur verankert sind, fanden sie dennoch bislang nur recht geringe Beachtung. Die Zielsetzung dieser Arbeit besteht darin, auf die in einigen Steinbrüchen der Oberalmer und Schrambach-Formation keineswegs seltenen Spurenassoziationen aufmerksam zu machen; die Ichnozoosen der Roßfeld-Formation sind hingegen wesentlich arten- und individuenärmer. Von einigen Vorkommen liegen weiters Bestimmungen von Foraminiferen und Kalkalgen (I.B.), Calpionelliden (E.F.) oder von kalkigem Nannoplankton (H.St.) vor; diese werden z.T. in tabellarischer Form dokumentiert. Weiters wurde auch mit einer mikro- und ultrafaziellen Bearbeitung der Kalke bzw. Kalkmergel begonnen (H.L. & R.S.).

\*) Anschriften der Verfasser: Dr. HARALD LOBITZER, Dr. HERBERT STRADNER, Dr. ROUBEN SURENIAN, Geologische Bundesanstalt, Rasumofskygasse 23, A-1031 Wien; Dr. ILONA BODROGI, Ungarisches Geologisches Institut, Stefánia út 14, H-1142 Budapest; Dr. EDIT FILÁ CZ, Eötvös Loránd Universität, Múzeum krt. 4/A, H-1088 Budapest.

Die größte Spurenvelfalt kommt der Oberalmer (Tithon/Unter-Berrias) und Schrambach-Formation (Mittel-Berrias bis Unter-Valendis) zu. *Chondrites* und „Flecken“ indet. dominieren gemeinsam mit *Thalassinoides/Ophiomorpha*; nicht selten ist auch *Zoophycos* signifikant. Alle anderen Ichnotaxa treten dagegen mengenmäßig meist stark in den Hintergrund, wobei die Spuren-Vergesellschaftungen mit *Belorhapha*, *Laevicyclus*, cf. *Granularia*, *Taenidium*, Stern-Rosetten-Spuren indet., *Phycosiphon*, *Subphyllochora* ein „Tiefenwasser“-Environment unterstreichen. In den mergeligen Partien der (unteren) Roßfeld-Formation ist *Chondrites* dominant, wohl gefolgt von *Phycosiphon* und „Flecken“ indet.

In paläobathymetrischer Hinsicht erlauben die Ichnozöosen der Oberalmer und Schrambach-Formation im Einklang mit der Mikro- und Ultra-Biofazies (Calpionelliden/Radiolarien/Nannoplankton-Dominanz) sowie der Makrofauna (Aptychen, Belemniten, Echinodermaten, Ammoniten in Abdruckerhaltung) mit Vorbehalt die Schlußfolgerung, daß als Ablagerungsraum ein „seicht“-bathyalen Bereich bzw. u.U. ein äußerer Schelfbereich angesehen werden kann.

## **Életnyomok a Salzburgi Mészakölpök, Oberalmi, Schrambach és Roszföldi Formációiból (felső-jura/alsó-kréta)**

### **Összefoglalás**

Jóllehet a Salzburgi Mészakölpök klasszikus (hemipelágikus felső-jura/alsó-kréta rétegsorainak életnyomai már több, mint 160 éve ismertek a szakirodalomban, napjainkig csekély figyelmet fordítottak rájuk. A munka célja a figyelem felhívása az Oberalmi és Schrambach Formációk egyes kőfajtáiban gyakorinak mondható életnyom társulásokra, valamint a Roszföldi Formáció lényegében faj- és egyedszegény ichnocönozisaira. Néhány feltárásból foraminifera- és mészalga- (B. I.), *Calpionella*- (F. E.) és mészvázú nannoplankton (H. S.) vizsgálatokat végeztünk, melyeknek adatait részben táblázatos formában mutatjuk be. Elkezdjük továbbá a mészkő és mészmárga minták mikro- és ultrafazies vizsgálatát (H. L. & R. S.).

A legváltozatosabb életnyom társulás az Oberalmi (tithon/alsó-berriasi) és Schrambach Formációkban (középső-berriasi/alsó-valangini) figyelhető meg, melyekben *Chondrites* és indet. életnyom „foltok” uralkodnak *Thalassinoides/Ophiomorpha* kíséretében, de nem ritka az igen jellegzetes *Zoophycos* sem. Ezzel szemben a többi ichnotaxon többnyire határozottan alárendelt szerepet tölt be, többek közt a cikcakkos *Belorhapha*, a *Laevicyclus*, cf. *Granularia*, *Taenidium*. Az indet. csillag és rozetta alakú életnyomok, *Phycosiphon* és *Subphyllochora* „mélyvízi” környezet mellett szólnak. Az Alsó Roszföldi Formáció márgás szakaszain a *Chondrites* uralkodik *Phycosiphon* és indet. életnyom „foltok” kíséretében.

Palaeobathymetria szempontból az Oberalmi és Schrambach Formációk ichnocönozisai a mikro- és ultrabiofazies adatokkal (Calpionellidae-, radiolaria-, nannoplankton dominancia) összhangban és a makrofauna (Aptychus, Belemnites, Echinodermata, valamint az Ammonites lenyomatok megtartási állapotának figyelembevételével), fenntartásokkal ugyan, de arra enged következtetni, hogy az egykori üledékképződési környezetet „sekély“-bathyalis-, illetve esetleg külső self-területként értékeljük.

## **Trace Fossils from the Oberalm, Schrambach and Rosfeld Formations (Upper Jurassic/Lower Cretaceous) in the Salzburg Calcareous Alps**

### **Abstract**

Although trace fossils from the classical (hemi)pelagic Upper Jurassic/Lower Cretaceous sequences in the Salzburg Calcareous Alps have been known in the literature of geology for more than 160 years, the attention paid to them has been negligible so far. The aim of the paper is to draw the attention to trace fossil assemblages frequently encountered in some quarries in the Oberalm and Schrambach Formations and to the ichnocoenoses of the Rosfeld Formation that are practically poor in species and individuals. Samples from some exposures have been examined for Foraminifera and calcareous algae (I.B.), Calpionellidae (E.F.) and calcareous nannoplankton (H.S.). Data obtained from the examinations are presented partly in tabular form. Microfacies and ultrafacies examinations on limestone and calcareous marl samples have also been started (H.L. and R.S.).

The most diversified trace fossil assemblage can be observed in the Oberalm (Tithonian-Lower Berriasian) and Schrambach (Middle Berriasian-Lower Valanginian) Formations in which *Chondrites* and indet. trace fossil „spots” accompanied by *Thalassinoides/Ophiomorpha* are predominant but the rather typical *Zoophycos* is also frequent, whereas the rest of ichnotaxa are, for the most part, definitely subordinate (including *Belorhapha*, *Laevicyclus*, cf. *Granularia* and *Taenidium*). The indet. star- and rosette-shaped trace fossils, *Phycosiphon* and *Subphyllochora* point to „deep-water” conditions. In the marly parts of the Lower Rosfeld Formation *Chondrites* with accessory *Phycosiphon* and indet. spots are predominant.

From the palaeobathymetrical point of view, the ichnocoenoses found in the Oberalm and Schrambach Formations – in accordance with data from micro- and ultrafacies examinations (dominance of Calpionellidae, Radiolarians and nannoplankton) and in regard to macrofauna (Aptychus, Belemnites, Echinoderms) and state of preservation of Ammonites moulds – has led to the conclusion that the sedimentary environment was „shallow”-bathyal or possibly outer shelf area.

## **1. Einleitung**

Die Aufsammlung der Lebensspuren wurde im Rahmen einer Rohstoffpotential-Erhebung über Karbonatgesteine des Bundeslandes Salzburg begonnen (LOBITZER et al., 1982) und konnte i.d.F. durch Bereitstellung von Budgetmitteln aus der „Ergänzenden Kartierung“ der Geologischen Bundesanstalt wesentlich ergänzt werden. Obwohl sich der federführende Verfasser bewußt ist, kein Ichnologe zu sein und daraus zweifellos taxonomische und andere Fehlinterpretationen unvermeidlich erscheinen, sei es dennoch gestattet, auf die bislang vergleichsweise wenig beachteten Lebensspuren-Assoziationen der (hemi-) pelagischen Oberjura/Unterkreide-Schichtfolgen der Salzburger Kalkalpen hinzuweisen. Die Ermutigung zu

dieser Veröffentlichung geht auf das Interesse ungarischer Kolleginnen zurück, die zugehörigen Dünnschliff- und Schlammproben-Suiten im Hinblick auf deren Mikrofaunen- und -flore-Rückstand (Foraminiferen und Kalkalgen; I.B., Calpionelliden: E.F.) durchzusehen. H. St. unterzog einen Teil der Proben einer kursorischen Durchsicht hinsichtlich der Nannoplanktonführung. R.S. und der Erstautor zeichnen für die mikro- und ultrafaziale Bearbeitung verantwortlich.

In den klassischen Perioden österreichischer Lebensspurenforschung (Perioden des Theodor FUCHS und des Othenio ABEL) befaßte man sich fast ausschließlich mit den Spurensassoziationen der Flyschzone, die sowohl hin-

sichtlich ihrer taxonomischen Vielfalt, als auch im Hinblick auf ihren Erhaltungszustand wesentlich reizvoller zu sein versprochen. Wir wollen mit diesem Beitrag lediglich dokumentieren, daß auch die kalkalpinen Lebensspuren-Assoziationen – insbesondere soll in diesem Zusammenhang auch auf jene noch kaum bearbeiteten der diversen Gosau-Formationen hingewiesen werden – mehr Aufmerksamkeit verdienen.

Alle Lebensspuren-Abbildungsoriginale werden in den Sammlungen der Geologischen Bundesanstalt unter der Acquisitionsnummer 1991/1/1ff. aufbewahrt.

## 2. Historischer Rückblick

Die wahrscheinlich ältesten Erwähnungen von Lebensspuren in den Salzburger Kalkalpen – auch wenn sie noch nicht als solche erkannt und bezeichnet werden – gehen wohl auf LILL von LILIENBACH (1830, 1831) zurück. Der „Kalkstein von Schrambach“ wird mit den Schichten des Eckerfürst verglichen, die

„... große Pflanzenstengeln und Fucus-Abdrücke ...“

aufweisen. 1831 werden im Kalkstein von Schrambach

„... zahlreiche wulstförmige Erhabenheiten ...“

erwähnt. MORLOT (1847) beruft sich ebenso auf LILL (1830), wenn er schreibt, daß

„... im Sandstein und Schiefergebilde des Rossfeldes, in welchen nach LILL von LILIENBACH Fucusabdrücke nebst Ammoniten und anderen Versteinerungen vorkommen...“

LIPOLD (1854) verdanken wir schließlich die Erwähnung von

„... Fucoiden, welche nach den Bestimmungen des Hrn. Dr. C. v. ETTINGSHAUSEN jenen der Wiener Sandsteine entsprechen; ferner andere unbestimmbare Pflanzenstengel als Erhabenheiten an den Kalkschichten ...“

im Aptychenschiefer des Neocomien (Schrambach-Schichten). Auch die erste Beobachtung von Lebensspuren in den Oberalmer Schichten des Steinbruchs der k.k. Salinen-Verwaltung Hallein am Heuberge bei Oberalm geht auf LIPOLD (1854) zurück, nämlich daß auf Schichtflächen

„... vielfach verzweigte Erhabenheiten, welche Pflanzenstengeln nicht unähnlich sind ...“

vorkommen.

Hinsichtlich der Ablagerungsbedingungen der „Aptychenschichten“ (ein Begriff, der von vielen Alpegeologen etwa synonym zu Oberalmer plus Schrambach-Schichten verwendet wird) sei auf die grundlegenden Arbeiten von GÜMBEL (1861) und FUCHS (1878f.) verwiesen. GÜMBEL setzt sich mit den Aptychenanhäufungen auseinander und hält sie für eine von Uferändern und seichtem Meeresgrunde entfernte Ablagerung. Noch präziser wird FUCHS, der aufgrund einer eingehenden – durchaus modern anmutenden – Faziesanalyse ebenso zum Schluß kommt, daß in Analogie zu den Ergebnissen der Challenger-Expedition die Aptychenschichten als Ablagerungen tieferer Meeresbereiche zu betrachten sind. Insbesondere bezieht er sich auf die damals gängige Interpretation chemischer Prozesse, wie der Auflösung von Aragonitschalen, etwa der Perlmuttergehäuse der Ammoniten; lediglich die aus Kalkspat bestehenden Aptychen, Belemniten, Echinodermen, u.a. blieben erhalten. Die Ammonitengehäuse hingegen wurden am Meeresboden gelöst und lediglich ihre Schalenabdrücke zeugen von ihrer ehemaligen Präsenz.

Diese Tiefseedeutung wird von einer Vielzahl der Autoren bis in neuere Zeit geteilt. ZAPFE (1963) schwamm schließlich mutig gegen den Strom der seit mehr als einem Jahrhundert etablierten Lehrmeinung, nämlich daß es sich bei den Oberalmer Schichten um Sedimente tieferen Wassers handle und diskutierte eine Flachmeerentstehung. Massive Unterstützung wurde ZAPFE schließlich durch die Meinungsäußerungen von HALLAM (1967) und auch GERMANN (1971) zuteil. Unserer Meinung nach sind jedoch alle von diesen Autoren angeführten Indizien für eine flachmarine Deutung – legt man sie auf die Waage – nicht schwerwiegend genug, um gegen die massive paläontologische und sedimentologische Indizienkette zugunsten tieferen Wassers reussieren zu können.

Zurückkommend auf die keineswegs Vollständigkeit reklamierenden Erwähnungen von Lebensspuren muß in chronologischer Folge auf TRUSHEIM (1930) verwiesen werden, der aus den konglomeratischen Aptychenschichten von Hinterriß Schichtoberflächen bedeckt mit Wurm-gängen illustriert. TRUSHEIM macht auch interessante Anmerkungen zu paläobathymetrischen Fragen und bringt als neuen Gesichtspunkt die intrajurassische (jungkimmerische) Tektonik ins Spiel, der er beträchtliche Bodenbewegungen innerhalb des Tithons zuschreibt. Nach seiner Meinung müssen daher Flachmeersedimente nicht an küstennahe Zonen gebunden sein, sondern können mitten im Beckeninneren den tiefmarinen Sedimentfolgen eingeschaltet sein. Wir verdanken TRUSHEIM somit die Erkenntnis von Einschaltungen flachmarinen Sedimentmaterials (etwa vom Typus „Barmsteinkalk“) in die Tieferwasser-Karbonatfolgen der Oberalmer Schichten. Insbesondere VORTISCH (1965) und FLÜGEL & PÖLSLER (1965), zuletzt STEIGER (1981) und deuteten diese Phänomene schließlich in Anlehnung an die Erkenntnisse von MEISCHNER (1964) als allodapische Eingleitungen.

Von PLÖCHINGER (1974) wird immer wieder auf den flocsartigen Sedimentcharakter der Oberalmer Schichten hingewiesen. SCHÜTZ (1979) bildet bioturbate Gefüge (?Fluchtspur) aus den oberen Aptychen-Schichten ab. Aus dem Neokom-Mergel der Thiersee- und Karwendelmulde beschreibt er – ohne jedoch auf taxonomische Details einzugehen – das Vorkommen von Wohnbauten und sehr häufigen Stopfbauten sowie auf den Schichtflächen Freß- und Kriechspuren, wobei mäandrierende Weidespuren selten sind. Dem Begriff „Aptychen-Schichten“ wird von SCHÜTZ ein klar definierter Inhalt verliehen, indem er darunter jene lithologische Einheit versteht, die zwischen der Radiolarit-Gruppe und den Neokom-Mergeln liegt; im Detail werden diese Gesteine in der Folge nach ihrer Fazies präzisiert und untergliedert.

Aus den Roßfeld-Schichten der klassischen Lokalität erwähnen FAUPL & TOLLMANN (1979) die starke Durchwühlung und das häufige Vorkommen verschiedenster Fährten und Bauten.

## 3. Die Lebensspuren der Tauglboden-Schichten

Der Begriff „Tauglbodenschichten“ wurde durch M. SCHLAGER (1956) eingeführt und insbesondere von W. & M. SCHLAGER (1973) eine eingehende sedimentologische Bearbeitung durchgeführt. Stratigraphisch werden sie in den tieferen Oberjura (Oberes Oxford bis Kimmeridge) gestellt.

DIERSCHKE (1980) bezog in die Bearbeitung der oberjurassischen Radiolarite die Tauglboden-Schichten ein und befaßte sich auch eingehend mit deren Lebensspuren. DIERSCHKE konnte die Ichnogenera *Chondrites*, *Planolites*, *Notaculites* (= *Taenidium*) und *Belorhapha* nachweisen und stellt sie bereits in die „oberste“ *Nereites*-Ichnofazies sensu SEILACHER.

Eigene Vergleichsbegehungen im klassischen Aufschlußgebiet der Kesselgraben-Forststraße, die etwa 1 km SW vom Gasthof Grundbühl im östlichen Tauglboden abzweigt, ermöglichten lediglich die Aufsammlung eines bescheidenen Lebensspuren-Materials. Etwa 150–200 m unterhalb der Wasserfall-Spitzkehre – westlich der Lokalität Ochsenriedel – zeigen gebankte graue kieselige Mergelkalke an zwei Stellen Anhäufungen von *Chondrites* (Taf. 5, Fig. 7,8).

Hinsichtlich des Ablagerungsraumes gleichen nach W. & M. SCHLAGER (1973) die Gesteinsabfolgen der Tauglboden-Schichten weitgehend der Randfazies mancher Flyschtröge; dieser Ansicht schließt sich auch DIERSCHKE (1980) an. Akzeptiert man die paläobathymetrische Aussagekraft einer von *Chondrites* dominierten Lebensspuren-Vergesellschaftung (CHAMBERLAIN, 1971), so wären die Tauglboden-Schichten im Übergangsbereich zwischen der *Zoophycos*- und *Nereites*-Vergesellschaftung sensu SEILACHER (1967), also im Bathyal, abgelagert worden. Diese bathymetrische Zonierung steht voll in Einklang mit dem sedimentologischen Befund, da *Chondrites* bevorzugt in turbiditisch beeinflussten pelagischen Sedimentabfolgen gefunden wird. DIERSCHKE (1980) nimmt Mindestwassertiefen von 200 m und Maximaltiefen von ca. 4.000 m an.

Der vorsichtig formulierten Annahme DIERSCHKE's, daß die größte Absenkungstiefe während der Ablagerung des eigentlichen Radiolarits erreicht wurde und die Tauglboden-Schichten bereits den aufsteigenden Ast der bathymetrischen Kurve einleiten, kann nicht vorbehaltlos zugestimmt werden. Vielmehr erscheint aufgrund der Lebensspuren-Spektren der Oberalmer- und Schrambach-Schichten eine weitgehend ähnliche Konfiguration der Ablagerungsräume geherrscht zu haben, die wohl noch bis zu den unteren Roßfeld-Schichten bestehen dürfte.

#### 4. Die Lebensspuren der Oberalmer Schichten

In neuerer Zeit finden sich nicht selten Mitteilungen über Lebensspuren in den „Aptychenschichten“, und das Bemühen, mit ihrer Hilfe paläoökologische Schlußfolgerungen zu ziehen, steht deutlich im Vordergrund.

SIEBER (1963) berichtet über eine „große *Taonurus*-Bildung“ von 4 dm Durchmesser im Steinbruch Deisl bei Hallein. Nach mündlicher Auskunft von Prof. SIEBER ist das von ihm erwähnte Stück den Neufunden des Autors (*Zoophycos*, Taf. 7, Fig. 1) zum Verwechseln ähnlich. Die häufigen „verschiedenartig gestalteten Wulstbildungen“ deutet SIEBER (1963) als „überwiegend Ausfüllungen von Fließbrinnen“; die Deutung kann wohl, wenn überhaupt, nur für einen relativ untergeordneten Teil aufrecht erhalten bleiben.

PICHLER (1963) teilt aus den Aptychenschichten des Berchtesgadener Landes lediglich Wurm-Wühlgefüge mit. GARRISON (1967) erwähnt in den Oberalmer Schichten Wühlgänge. GARRISON & FISCHER (1969) berichten über das massenhafte Vorkommen von Lebensspuren – insbe-

sondere von *Chondrites* und von „irregular stuffed feeding burrows“ – in den Oberalmer Schichten von Unken, die sie nach damaligem Wissensstand für uncharakteristisch im Hinblick auf bathymetrische Aussagen erachteten.

Auch von der Grazer Oberjura-Arbeitsgruppe um H. FLÜGEL wird wiederholt auf Lebensspuren in den Oberalmer Schichten aufmerksam gemacht und auf die Notwendigkeit weiterer Untersuchungen hingewiesen (z.B. FLÜGEL & PÖLSLER, 1965; FLÜGEL & FENNINGER, 1966). FENNINGER & HOLZER (1972) gehen in ihrer Übersichtsdarstellung des oberostalpinen Malm auch auf die Oberalmer Schichten des klassischen Gebietes (Steinbruch Leitner) ein und machen aus den Schichtfugen Wurmsspuren vom Pascichnia-Typus bekannt (siehe auch FLÜGEL & FENNINGER, 1966). Aus den Hinterriß-Schichten wird cf. *Granularia* sp. abgebildet. Schließlich wird von diesen Autoren ein Vergleich mit den Sohlspuren aus dem Flysch gezogen, was nach deren Meinung eine Flachwasserdeutung der Oberalmer und Hinterriß-Schichten hinfällig macht.

PLÖCHINGER (1974) bildet eine „hirschgeweiheförmige Sohlmarke“ ab; sie wird als Hinweis auf den flyschartigen Sedimentcharakter der Oberalmer Schichten gewertet. PLÖCHINGER (1976) schließlich erwähnt Weidespuren in den Oberalmer Schichten des Steinbruchs des Gartenauer Zementwerkes. Die bislang umfangreichste Aufzählung von Lebensspuren in den Oberalmer Schichten verdanken wir STEIGER (1981), der sowohl Wühlspuren vom Typ *Planolites* und *Chondrites*, als auch *Zoophycos* bekannt macht.

Hinsichtlich des Ablagerungsraumes der Oberalmer Schichten sind die Meinungen geteilt. Eine große Gruppe von Sedimentologen, deren Meinung sich auch der federführende Autor anschließt, hält die Oberalmer Schichten des klassischen Gebietes für pelagische (bathyale bis abyssale) Ablagerungen mit Zwischenschaltungen allodapischer Kalke vom Typus Barmsteinkalk. Letztere Erkenntnis geht auf FLÜGEL & PÖLSLER (1965) zurück. Bereits GÜMBEL (1861) und vor allem FUCHS (1878 ff.) wiesen auf den Tiefsee-Charakter der Aptychen-Schichten hin.

Sowohl FENNINGER & HOLZER (1972), als auch PLÖCHINGER 1974 weisen auf den flyschartigen Charakter von Lebensspuren und Sedimentstrukturen in den Oberalmer Schichten hin. In der Tat finden sich zahlreiche Anklänge an flyschartige Sedimentserien.

Daß es sich bei den Oberalmer Schichten nicht um „echten“ Flysch handelt im Sinne der Definitionen von BOUMA (1962) und vor allem SEILACHER (1967) soll in der Folge kurz erörtert werden. Echte BOUMA-Zyklen fehlen ebenso wie auch die entsprechenden sedimentären Charakteristika. So z.B. tritt eine rhythmische Wechsellagerung von klastischen Bänken mit pelitischen Zwischenlagen weitestgehend zugunsten von Karbonatgesteinsbänken zurück. Ebenso tritt Gradierung in den pelitischen Oberalmer Schichten nur recht selten auf und ist eher für die allodapischen Barmsteinkalk-Zwischenlagen charakteristisch.

Die vier Teilaspekte der SEILACHER'schen Flyschdefinition umfassen neben der sedimentologischen noch die tektonische, biologische und geochemische Teildefinition. Ist ein Teilaspekt nicht zutreffend, spricht SEILACHER von „atypischen Flyschen“. „Flysch-ähnliche“ Ablagerungen stimmen überhaupt nur in einem Teilaspekt überein. Hinsichtlich der tektonischen Teildefinition, die nach Beziehungen zu einer Orogenese fragt, kann mit PLÖCHINGER (1974) auf eine örtlich begrenzte intramalmische Salztektonik verwiesen werden; ein letztes Wort erscheint jedoch zu diesem Themenkreis noch nicht gesprochen zu sein.

Zur biologischen (paläontologischen) Teildefinition ist die den Flyschen und Oberalmer Schichten gemeinsame Armut an Makrofossilien und der Reichtum an bathyalen Lebensspuren-Assoziationen bemerkenswert. Ebenso ergeben sich Gemeinsamkeiten im Hinblick auf die geochemische Teildefinition, so etwa eine Bitumen-Armut sowie das Fehlen von Toneisenstein-Geoden. Zusammenfassend kann daher festgehalten werden, daß es sich bei den Oberalmer Schichten durchaus um Sedimentfolgen von „flyschartigem Charakter“, eventuell sogar um „atypische Flysche“ handelt, jedoch nicht um „echten“ Flysch.

An Lebensspuren konnten bislang in den Oberalmer Schichten folgende Ichnotaxa beobachtet werden: „Flecken“ indet., *Chondrites*, *Thalassinoides/Ophiomorpha*, *Zoophycos*, *Phycosiphon*, *Laevicyclus*, *Belorhapha*, cf. *Granularia*, *Taenidium*, *Subphyllochorda*, sowie sternförmige bzw. Rosetten-Spuren.

Weiters finden sich selten schlecht erhaltene Nannofossilien, insbesondere der Ubiquist *Watznaueria barnesae*.

Die Calpionelliden-Assoziation macht eine Einstufung in den Tithon/Berrias-Grenzbereich bzw. ins untere Berrias wahrscheinlich.

## 5. Die Lebensspuren der Schrambach-Schichten

Die Abtrennung der Schrambach-Schichten von den Oberalmer Schichten bereitet nicht selten erhebliche Schwierigkeiten und die „Daumenregel“, daß im Gegensatz zu den von Karbonatbänken dominierten Oberalmer Schichten in den Schrambach-Schichten tonige Zwischenlagen signifikant zunehmen und ein Farbumschwung von grau zu grünlichgrau auffallend ist, erweist sich bei näherem Hinsehen als problematisch. Letztere Kriterien treffen durchaus z.T. auch auf die Oberalmer Schichten etwa z.B. im Liegendabschnitt des Schrambachgraben-Profiles zu. Hingegen erscheinen dünnsschichtige Kalk(mergel)/Tonmergel-Wechselagerungen als Schrambach-Schichten-verdächtig und andererseits scheinen die allodapischen Kalksteinlagen vom Typ der Barmsteinkalk-Bänke weitestgehend (oder völlig ?) auf das stratigraphische Niveau der Oberalmer-Formation beschränkt zu sein.

Bei den Lebensspuren erscheint eine Verarmung sowohl der Taxa, als auch in der Häufigkeit gegenüber den Oberalmer Schichten auffällig, ebenso ist der „flyschoider Charakter“ in gewissen Partien der Oberalmer Schichten deutlicher ausgeprägt.

Folgende Ichno„genera“ konnten bislang in den Schrambach-Schichten beobachtet werden: Flecken indet., *Chondrites*, *Thalassinoides/Ophiomorpha*, *Zoophycos*, *Belorhapha*, *Phycosiphon*, Stopfbauten indet., sternförmige Spuren indet.

## 6. Die Lebensspuren der Roßfeld-Schichten

Da im Rahmen der seinerzeitigen technologisch orientierten Aufnahmsarbeiten der Bereich der Roßfeld-Schichten nur sehr peripher betroffen war, wurden auch keine intensiveren Aufsammlungen auf Spurenfossilien durchgeführt. Die auf Taf. 5, Fig. 5,6 und Taf. 6, Fig. 7,8 abgebildeten Gelegenheitsfunde sind daher in keiner Weise als repräsentativ im Sinne eines Ichnospektrums zu be-

trachten. Systematische Aufsammlungen in Verbindung mit gleichzeitig durchgeführter fazieller Analyse dieser eindrucksvoll zyklisch ausgeprägten klastischen Sedimentfolgen wären zweifellos ein lohnendes Unterfangen.

Wie bereits bemerkt wurde, ist die Erwähnung von „Fukusabdrücken“ in den Roßfeld-Schichten so alt wie der Begriff „Sandstein- und Schiefergebilde des Roßfeldes“ und geht auf LILL von LILIENBACH (1830) zurück. Auf die bereits ebenfalls erwähnte grundlegende Bearbeitung der Roßfeld-Schichten durch FAUPL & TOLLMANN (1979) soll hier nur insoweit nochmals eingegangen werden, als die liegende Mergelgruppe der unteren Roßfeld-Schichten (die KRISTAN-TOLLMANN mikropaläontologisch bearbeitete) sich aus den unterlagernden Schrambach-Schichten unter allmählichem Zurücktreten der Mergelkalkbänke entwickelte. Altersmäßig werden sie in den Bereich Ober-Valendis bis Unter-Apt gestellt. Das Autorenpaar betont auch die starke Durchwühlung und das häufige Vorkommen verschiedenster Fährten und Bauten.

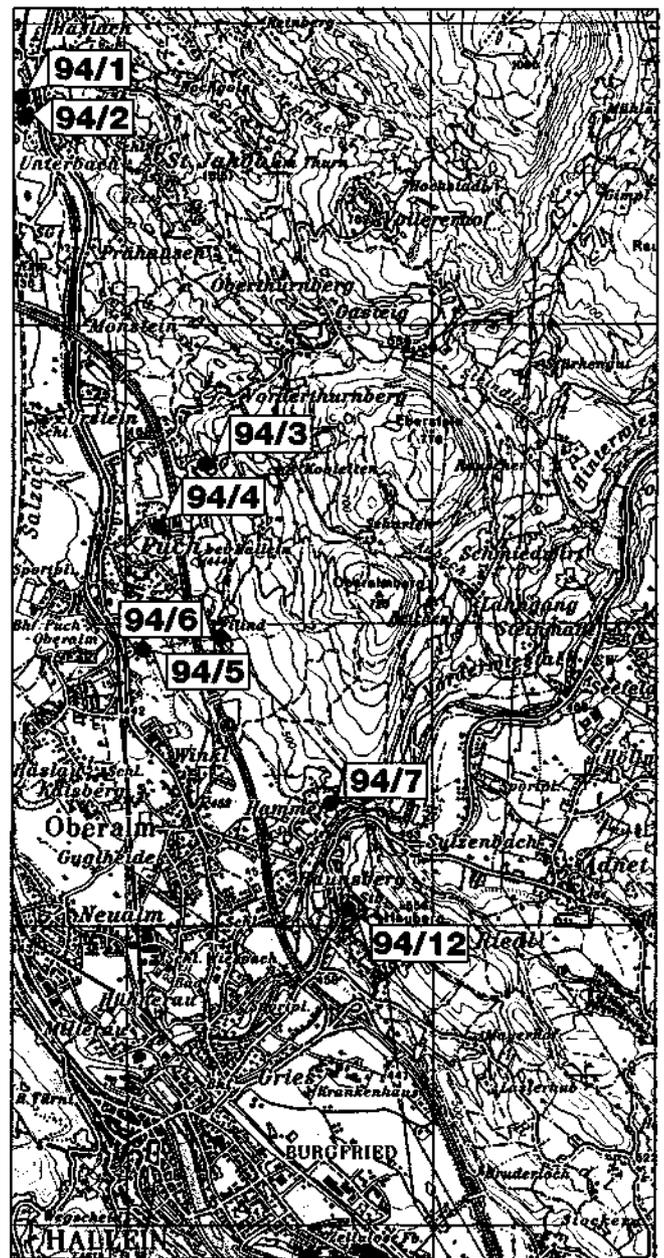


Abb. 1. Lebensspuren-Fundpunkte nördlich von Hallein.

## 7. Aufschlußbeschreibung, Stratigraphie und Fazies ausgewählter Vorkommen

In der Folge wird eine Auswahl von Fundorten oberjurassischer/unterkretazischer Lebensspuren im Hinblick auf deren Faziesverhältnisse, Stratigraphie und – nur sehr un-

tergeordnet – Geochemie dokumentiert (Abb. 1,2). In Tab. 1 wird ein Gutteil der Foraminiferen und Kalkalgen sowie sehr cursorisch das Mikroplankton (Calpionelliden s. l.), die Radiolarien und die Metazoen graphisch veranschaulicht. In Tab. 2 wird ein Überblick über die stratigraphischen Reichweiten der wichtigsten Kalkalgen- und Foraminiferentaxa vom Berrias bis Hauterive gegeben.

Tabelle 1.  
Mikrofauna und -flora ausgewählter Vorkommen von Oberalmer, Schrambach- und Roßfeld-Schichten.

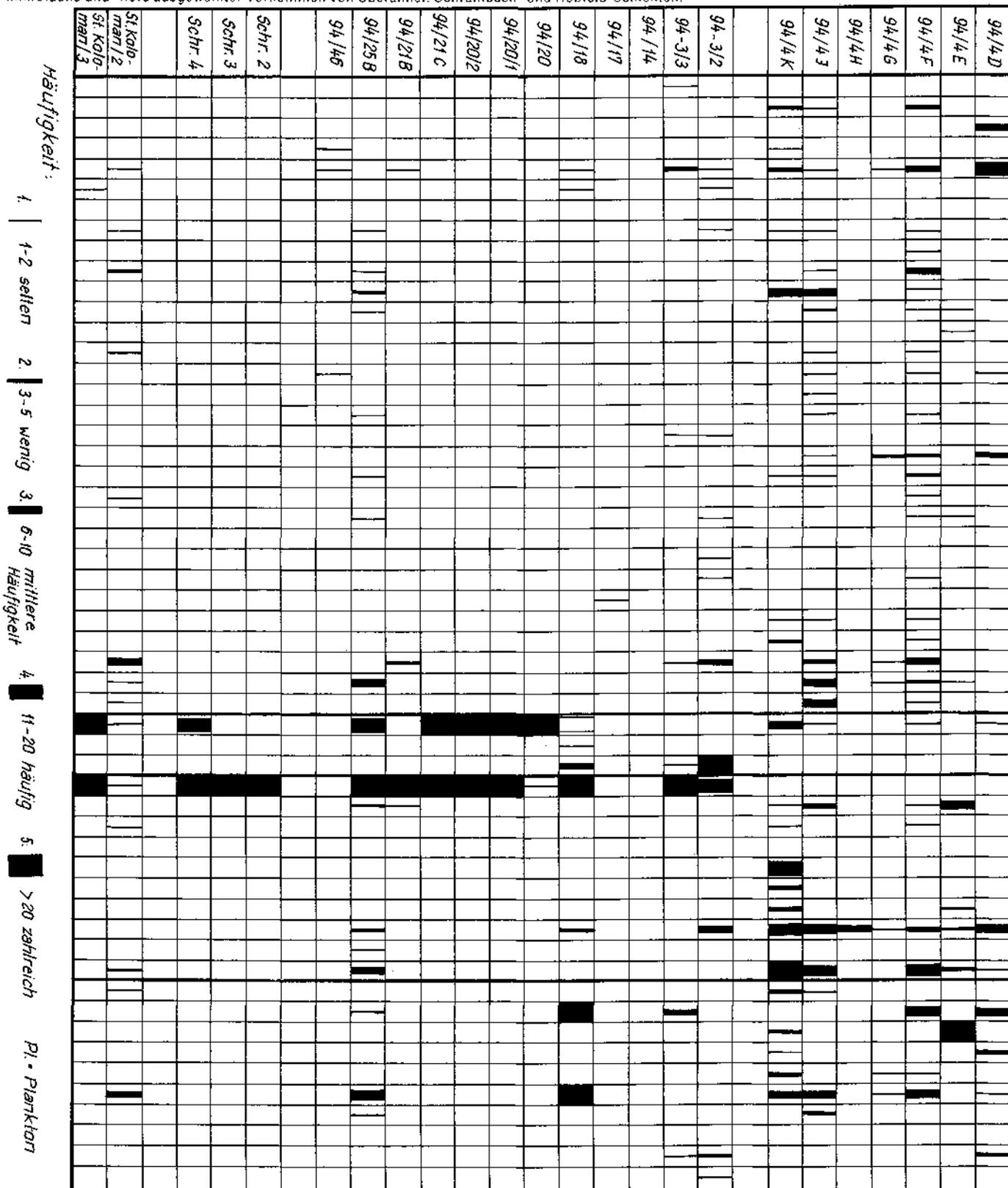




Tabelle 2.

Stratigraphische Verbreitung der wichtigeren Kalkalgen- und Foraminiferenarten von lebensspurhaltigen Poben. Nach MOULLADE (1966), BARTENSTEIN (1978), BASSOULLET et al. (1978), SEPTFONTAINE (1974), CHIOCHINI-MAINZELLI (1979, 1988) und ARNAUD-VAN-NEAU (1982, 1986).

	BERRIAS	VALEND.	HAUTER.
<i>Feurtillia frequens</i> Maync	←	—	
<i>Trocholina alpina</i> (Leupold)	←	—	
<i>Trocholina elongata</i> (Leupold)	←	—	
<i>Trocholina valdensis</i> (Reichel)		—	→
<i>Dobrogeolina ovidi</i> Neagu		—	
<i>Protopenneroplis trochangulata</i> Septfontaine	←	—	
<i>Conicospirillina basilienensis</i> Mohler	←	—	
<i>Dorothia kummi</i> (Zedler)		—	→
<i>Dorothia zedlerae</i> Moullade		—	→
<i>Dorothia hauteriviana</i> Moullade		—	→
<i>Clypeina jurassica</i> Favre	←	—	
<i>Macroporella praturloni</i> Dragastan	←	—	

zung der Körner. Sehr selten finden sich akzessorisch Muskovit und Quarz; in Foraminiferen ist Pyrit-Sprossung selten zu beobachten. Neben Foraminiferen finden sich einige Calpionellen (*Calpionella alpina* LORENZ, *Crassicollaria* sp., *Cadosina* sp.); Echinodermen (insbesondere Crinoiden, seltener Holothurioidea) und Radiolarien sind selten.

Im Hangenden des Aufschlusses findet sich eine ca. 120 cm mächtige Lage feinkörniger Barmsteinkalke mit grünen und schmutziggrauen Tongeröllen (Proben-Nr. 94/1A, 94/1B, 94/1D). Im Schliff zeigt sich kalzitgeädertes, stärker rekristallisierter Biopelsparit mit Foraminiferen (u.a. inkrustierende Taxa), Kalkalgen, *Tubiphytes morronensis* CRESCENTI, Echinodermstacheln, Radiolitiden-Schalen, Gastropoden, Bryozoen.

An Lebensspuren dominieren in diesem Steinbruch *Thalassinoides/Ophiomorpha*-ähnliche zylindrische Grabspuren. Auffällig sind ferner sehr große flache *Zoophycos*, deren Durchmesser 50 cm überschreiten kann (Taf. 7, Fig. 1).

Die Mikrofaunen- und -flore-Vergesellschaftung mit *Crassicollaria* indet., *Protopenneroplis* cf. *trochangulata* SEPTFONTAINE, *Dorothia* sp. und *Clypeina jurassica* FAVRE ermöglicht eine stratigraphische Einstufung ins tiefere Berrias. Die *Crassicollaria* müssen u.U. als umgelagert angesehen werden.

### ● Steinbruch Grillenberg 2

(Abb. 1: Aufschlußpunkt 94/2)

Etwa 1,7 km südlich Elisabethen liegt am Westhang des Grillenberges bei Haslach ein mittelgroßer, außer Betrieb befindlicher Steinbruch, wo Oberalmer Schichten für Schotter/Kies-Gewinnung gebrochen wurden sowie gelegentlich Mauersteine. Der Steinbruch liegt unweit SSE Aufschlußpunkt 94/1. Auffällig ist in diesem Steinbruch die intensive tektonische Beanspruchung und Zerstückelung des Materials.

Die auch hier anzutreffenden Zwischenlagen vom Typus Barmsteinkalk werden durch sehr grobkörnige Konglomerate/Breccien mit Komponentengrößen bis zu mehre-

ren cm repräsentiert, wobei auch grüne tonmergelige Knollen bzw. Flatschen nicht selten sind.

An Lebensspuren finden sich, allerdings seltener als im Steinbruch Grillenberg 1, auch hier *Ophiomorpha/Thalassinoides*-Grabspuren, Flecken, sehr selten *Zoophycos*.

### ● Rieger-Bruch

(Abb. 1: Aufschlußpunkt 94/3)

Der große, in Betrieb befindliche Steinbruch des Toni Rieger liegt etwa 900 m südöstlich der Kirche von Puch bei Hallein (Taf. 1, Fig. 1). Es werden verschiedene Sand/Kies/Schotter-Körnungen gebrochen sowie Wasserbau- und Wurfsteine gewonnen.

Lithologisch besteht dieser Steinbruch aus drei söhlig übereinander folgenden Gesteinskomplexen, die sowohl faziell, als auch geochemisch sehr verschieden ausgebildet sind.

Die liegenden Oberalmer Schichten zeigen im Bereich um ca. 3 dm dick gebankte, leicht kieselige Kalke, typischen „deeper water limestone“. Im Schliff zeigt sich ein leicht rekristallisierter Biopelmikrit bis Mikrosparit, dessen Radiolarien-Saccocomen-Führung charakteristisch ist. Die Radiolarien sind meist kalzitisiert; daneben finden sich noch Schwammnadeln, Echinodermenreste (u.a. Holothurioidea), Ostracoden, Bivalven sowie ziemlich selten Foraminiferen; selten Pyrit.

Die Mitteletage des Steinbruchs zeigt „mittelreine“ Kalke der Oberalmer Schichten. Im Schliff zeigt sich leicht rekristallisierter Biopelmikrit mit Kalzitklüftchen, selten Pyrit. Radiolarien treten gegenüber den Saccocomen zurück, daneben finden sich vor allem Foraminiferen (siehe Tab. 1, Probe 94/3/2).

Weiters sind Ammonitenabdrücke und Aptychen nicht allzu selten. Einer mergeligen Bankfuge entstammt eine Probe mit Nannofossilführung, wobei die wenigen Taxa (*Watznaueria barnesae*, *Watznaueria communis*, *Cyclagelosphaera margereli*) sehr selten sind und extrem schlechte Erhaltung zeigen.

Die Hangendetage wird durch reine Kalke vom Typus der hellgelb anwitternden allodapischen Barmsteinkalke repräsentiert. Dieser Bereich ist etwa 8 m mächtig aufgeschlossen und zeigt nur sehr undeutlich ausgeprägte Grobbankung. Im Schliff zeigt sich Biopelsparit/Grainstone, etwas pyritführend mit Foraminiferen (noch nicht bearbeitet!) und Crinoiden. Hornsteinknollen und -lagen sind wie in den Oberalmer Schichten nicht selten, ebenso mergelige Bankfugen.

Der mittlere Abbaubereich der Oberalmer Schichten zeichnet sich durch die besten wenn auch sehr seltenen Funde von Scoliciden (Taf. 4, Fig. 8) bzw. von *Subphylochora* aus (Taf. 5, Fig. 1), dominant ist jedoch *Thalassinoides/Ophiomorpha* (Taf. 3, Fig. 2,4). Ebenso stammt ein Einzelfund von (?)*Scolicia* (Taf. 4, Fig. 8) bzw. von (?)*Halimedes* (Taf. 3, Fig. 6) aus diesem Abbau, wie auch problematische (?) Kriechspuren (Taf. 2, Fig. 3).

Im Schliff 94/3/2, sind neben massenhaft vorkommenden Saccocomen auch *Calpionella* sp., *Cadosina* sp. und *Crassicollaria* sp. anzutreffen. Die Mikrofazies dieses Radiolarien/Calpionellen/Echinodermen-Mikrits wird im Schliff-Foto von Taf. 10, Fig. 11 veranschaulicht.

Die Mikrofaunal-Vergesellschaftung spricht für Ober-Tithon-Alter der hier aufgeschlossenen Oberalmer Schichten.

### ● Steinbruch Leitner

(Abb. 1: Aufschlußpunkt 94/4)

Der große, außer Betrieb befindliche und gefällig rekultivierte „Leitner-Bruch“ ist etwa 350 m nordöstlich der Kir-

che von Puch bei Hallein gelegen. Die Oberalmer Schichten zeigen auch Barmsteinkalk-Zwischenschaltungen und wurden als Mauer-, Wasserbau- und Rolliersteine gewonnen, zu Splitt gebrochen sowie – soweit es deren Reinheit erlaubte – zum Kalkbrennen verwendet.

In der Folge wird eine Serie von profilmäßig – vom Liegenden zum Hangenden – aufgesammelten Proben dokumentiert:

Probe 94/4A stammt aus dem südlichen Bruchteil und wird durch im Liegenden anstehende fleckenmergelige Kalke mit deutlicher allodapischer Barmsteinkalk-Komponente repräsentiert. Schliffe zeigen einen Biopelsparit, kalzitgeädert, mit Foraminiferen, Kalkalgen, Echinidenstacheln, die z.T. mikritisch umkrustet sind, *Tubiphytes morronensis* CRESCENTI, Detritus von Bivalven und Spongien (Taf. 1, Fig. 4).

Die Fossil-Vergesellschaftung (Foraminiferen siehe Tab. 1) erlaubt eine Einstufung in den Bereich Tithon/Berrias. Etwa 4 m darüber setzt dann die lithologisch wechselhafte Schichtfolge der Oberalmer-Formation ein.

Probe 94/4B stammt aus einer charakteristischen 3–4 dm mächtigen Tonmergelfuge, aus der eine Probe auf Mikro- und Nannofossilien entnommen wurde. Die Probe erwies sich als nannosteril, in der Mikrofraktion finden sich pyritisierte Radiolarien und (?)Spongiennadel-Bruchstücke.

Probe 94/4C stammt aus der liegenden, ca. 8 cm dicken Kalklage der wechselhaften Oberalmer Serie. Es ist dies ein Biopelmikrit, dominiert von Calpionelliden und Radiolarien, mit etwas Foraminiferen und Pyrit-Sprossung, daneben noch Detritus von Bivalven und Holothurioidea.

An Calpionelliden waren determinierbar: *Calpionella alpina*, *Crassicollaria massutiniana*, *Crassicollaria intermedia*, *Crassicollaria parvula*, *Calpionella* sp. indet. (massenhaft).

Foraminiferen: siehe Tab. 1; daneben finden sich noch massenhaft Radiolarien sowie abgerollter Echinodermendetritus.

Das stratigraphische Alter der Probe ist Ober-Tithon.

Probe 94/4D stammt aus dem liegenden Anteil einer feinkörnigen detritären Kalkbank vom Typ Barmsteinkalk, die ihrerseits von einer etwa 20 cm dicken Flecken-Mergelkalkbank überlagert wird. Im Schliff zeigt sich ein kalzitgeädert Biopelsparit mit Foraminiferen (siehe Tab. 1), *Clypeina jurassica* FAVRE, *Tubiphytes morronensis* CRESCENTI, Echinodermen-Einkristalle und Pyritsprossung entlang von Stylolithen.

Stratigraphische Einstufung: Tithon–(Unter-Berrias).

Probe 94/4E folgt unmittelbar über Probe 94/4D und ist charakterisiert durch massive Hornsteinführung. Das Sediment ist der Probe 94/4D sehr ähnlich. Im Schliff zeigt sich ein Biointrapelsparit mit Echinodermen-Bruchstücken, massiven Muschelschalen (Radiolitidae), Foraminiferen (Tab. 1; u.a. inkrustierende) sowie *Clypeina jurassica* FAVRE. Es folgen über dieser Bank drei weitere hornsteinführende Lagen, die insgesamt 60 cm mächtig sind.

Probe 94/4F stammt aus der unmittelbar hangend folgenden hornsteinfreien Lage vom Typ Barmsteinkalk. Die Probe stammt aus dem liegenden, gröberkörnigen und reich kalzitgeäderten Anteil der 55 cm dicken Bank. Im Schliff zeigt sich ein Biointrapelsparit mit sehr häufig Foraminiferen (siehe Tab. 1), Calpionelliden, Echinodermen, selten Dasycladaceen (u.a. *Clypeina*-Bruchstücke) z.T., mit „micritic envelopes“, *Thaumatoporella parvovesiculifera* RAINERI, *Tubiphytes morronensis* CRESCENTI. Pyrit ist selten. Mikrofazies siehe Taf. 1, Fig. 3.

Probe 94/4G stammt aus dem hangenden Anteil der Bank, aus der auch Probe 94/4F genommen wurde; sie ist feinerkörnig und im hangendsten Bereich hornsteinführend. Diese allodapische Kalkbank zeigt also deutliche Korngrößen-Gradierung. Im Schliff zeigt sich ein stark kalzitgeädert Biopelsparit mit Foraminiferen, Echinodermen-Einkristallen, *Thaumatoporella parvovesiculifera* RAINERI, sowie Pyrit entlang von Stylolithen. Mikrofazies: Taf. 1, Fig. 5.

Die Foraminiferen erlaubten bestenfalls eine generische Bestimmung: *Miliolina*, Kalkschaliger Benthos indet., Textulariidae, *Verneuilina* sp.

Probe 94/4H wurde einige Bänke weiter im hangenden von Probe 94/4G aus einer spröden Tonschieferlage entnommen.

An Biogenen sind im Schliff lediglich Algenfragmente von *Thaumatoporella parvovesiculifera* RAINERI sowie sehr selten schlecht erhaltenes Nannoplankton (*Watznaueria* sp.) bestimmbar.

Probe 94/4I wurde aus einer hellen, gelblichen, rötlich gesprenkelten Barmsteinkalk-artigen Zwischenlage des westlichsten Teils des Bruches (SW Ecke) entnommen. Auch die dünnbankigen Lagen sind im Hangendbereich der Oberalmer Schichten von Barmsteinkalk-Lithologie. Im Schliff erweist sich dieser allodapische Kalk als Biointrapelsparit mit Foraminiferen (siehe Tab. 1), vereinzelt auch schlecht erhaltenen Calpionelliden, Kalkalgen (*Clypeina jurassica* FAVRE, *Thaumatoporella parvovesiculifera* RAINERI), Bryozoa, Echinodermata und Spongien. Vereinzelt finden sich Rindenkörner; gelegentlich ist Pyrit entlang von Stylolithen angereichert.

Probe 94/4K stammt aus der Südseite des Bruches und zwar aus der hangendsten relativ grobkörnigen Bank von Barmsteinkalk-Typ, die hier etwa 70 cm mächtig ist. Im Schliff zeigt sich ein kalzitgeädert Biopelmikrit mit Echinodermen (Crinoiden, Echinidenstacheln), Foraminiferen (Tab. 1), *Tubiphytes morronensis* (häufig), Algen (*Clypeina jurassica* FAVRE, *Pycnoporidium lobatum* YAMA & TOYOMA, Rhodophyta, *Thaumatoporella parvovesiculifera* RAINERI – mittelhäufig), Bryozoa, Bivalven (Radiolitidae), Gastropoda, Ostrocoda, Vermes. Weiters kommen untergeordnet schlecht erhaltene Calpionelliden indet. vor.

An Lebensspuren konnten neben den Wühlspuren vom Typ *Thalassinoides/Ophiomorpha* einige weitere seltene Taxa identifiziert werden wie z.B. *Belorhapha* (Taf. 4, Fig. 1), (?) *Scolicia* (Taf. 5, Fig. 2), (?) *Zoophycos* (Taf. 7, Fig. 5), *Laevicyclus* (Taf. 8, Fig. 2).

Die Foraminiferen- und Kalkalgen-Assoziationen sowie die wenigen Calpionelliden in den Kalkbänken 94/4F – 94/4K machen mit großer Wahrscheinlichkeit ein tieferes Berrias-Alter wahrscheinlich. Hinsichtlich der Dokumentation von Nanno- und Mikrofossilien sei auf Taf. 9, Fig. 1,6; Taf. 11 und Taf. 12 verwiesen!

### ● Steinbruch Holzhauser

(Abb. 1: Aufschlußpunkt 94/5)

Mittelgroßer, aufgelassener Steinbruch in den Oberalmer Schichten; vom Bahnhof Puch bei Hallein in südöstlicher Richtung gelegen. Die Bankmächtigkeiten der Aptychenkalke bewegen sich im Bereich 10–20 cm mit dickeren Zwischenlagen von 50 – 100 cm in Barmsteinkalkfazies. Der Stein fand für Rampen und Stützmauern Verwendung. Auf den Schichtflächen sind keineswegs selten diverse Kriechspuren zu beobachten; Aufsammlungen stehen noch aus.

● **Steinbruch Glück**

(Abb. 1: Aufschlußpunkt 94/6)

Kleiner, außer Betrieb befindlicher Steinbruch auf Oberalmer Schichten SE von Puch bei Hallein, zwischen Filinda und Wiesenbauer gelegen. Die gut gebankten Oberalmer Schichten sind tektonisch zerlegt und zeigen nur vergleichsweise selten Kriechspuren.

● **Gschoßmann-Steinbrüche**

(Abb. 1: Aufschlußpunkt 94/7)

Etwa 1 km östlich Oberalm liegen die beiden mittelgroßen, außer Betrieb stehenden „Gschoßmann-Brüche“ am Südfuß des Oberalm Berges. Der Stein (Oberalmer Schichten/Barmsteinkalk) fand im Wasserbau, als Strassenschotter und zum Kalkbrennen Verwendung. Zum Kalkbrennen eignen sich lediglich die Zwischenlagen vom Typ Barmsteinkalk. Letztere zeigen hellbeige Farbe und sind gelegentlich von tonigen Flatschen grün-gesprenkelt.

Im Schlift erweisen sich die Barmsteinkalke als Biointrafelsparit mit Dasycladaceen (*Clypeina jurassica*), Echinodermerfragmenten (Crinoiden, Echinidenstacheln), Foraminiferen (u.a. Milioliden indet., *Nautiloculina oolithica* MOHLER), selten Bryozoen und Rhodophyten-Fragmente. Nicht selten sind ferner Rindenkörner, Schlammpeleide sowie eine Mikritisierung vor allem der Dasycladaceen und Echinodermen zu beobachten. Eine exakte stratigraphische Einstufung als Tithon/Berrias ist zur Zeit nicht möglich.

Die Lebensspuren sind in diesen Aufschlüssen nicht häufig und werden von Kriechspuren vom Typ *Thalassinoides/Ophiomorpha* dominiert.

● **„Hofbruch“ der Fa. DEISL**

(Abb. 1: Aufschlußpunkt 94/12)

Dieser große Steinbruch auf Oberalmer Schichten befindet sich außer Betrieb und liegt etwa 1,5 km nordöstlich Hallein an der Straße entlang des Almbachs. Der Stein wurde für den Flußverbau, Straßenbau sowie Mauerplatten verwendet. SIEBER (1963) berichtet über eine große *Taonurus*-Bildung (= *Zoophycos*) aus diesem nun rekultivierten Abbau.

● **„Rengerbruch“**

(Abb. 2: Aufschlußpunkt 94/18)

Kleiner, außer Betrieb befindlicher Steinbruch auf Oberalmer Schichten, ca. 4 km östlich Vigaun, an der Straße nördlich des Tauglbachs gelegen. Der Stein wurde für den Flußverbau und für Straßenbau-Stützmauern verwendet.

Die Oberalmer Schichten sind unregelmäßig 1–2 dm dick gebankt und zeigen mächtigere hellbeige Zwischenlagen von feinkörnigem Barmsteinkalk. Im Schlift erweist sich letzterer als Biopelsparit, wobei die Mikrofauna in Tab. 1 charakterisiert wird (siehe auch Taf. 11, Fig. 10). Außerdem sind noch Calpionelliden s.l., u.a. Mikroplankton auffällig: *Globochaete alpina*, *Cadosina salebrosa* (Taf. 10, Fig. 2), *Lombardia*, *Chitinoidea* sowie selten schlecht erhaltenes Nannoplankton, das sich in *Watznaueria barnesae* erschöpft. Pyritisierung der Biogene ist signifikant.

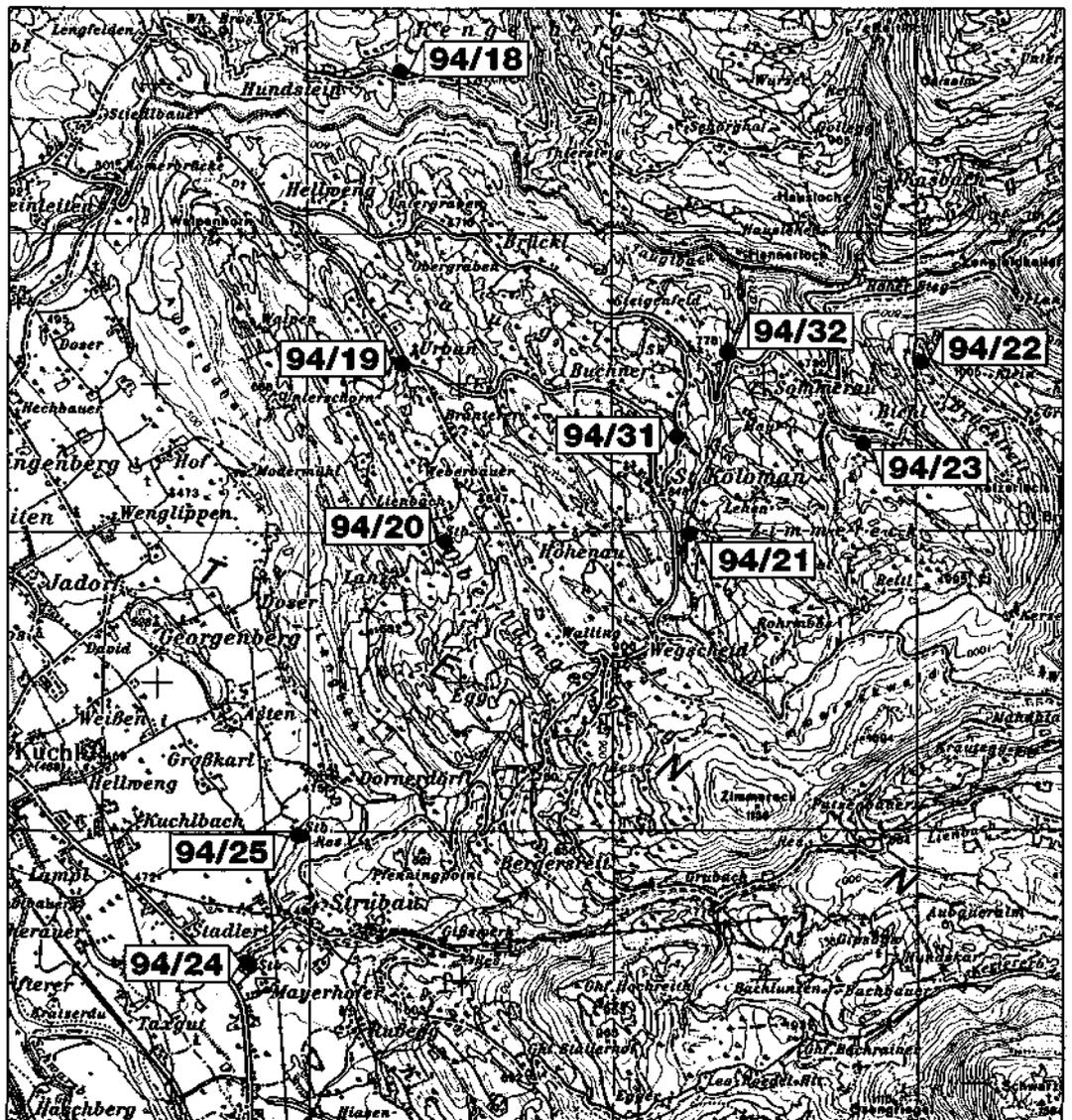


Abb. 2. Fundpunkte von Lebensspuren südöstlich von Hallein.

Bemerkenswerte Lebensspuren wurden nicht angetroffen. Stratigraphisch dürfte es sich um den älteren Anteil der Oberalmer Schichten, nämlich Kimmeridge-(Unter) Tithon, handeln.

● **Aufschlußpunkt 94/19**  
(Abb. 2)

Kleiner, im Jahre 1980 noch in Betrieb stehender Abbau auf Oberalmer Schichten; Straße von Vigaun nach St. Koloman, ca. 20 m SSE nach der Abzweigung bei Urban. Verwendung als Mauersteine. Der Aufschluß zeigt tektonisch zerhackte 1–2 dm dick gebankte Oberalmer Kalke mit tonmergeligen Zwischenlagen, die ebenso 1–2 dm dick werden können, darin ist sehr selten *Watznaueria* sp. anzutreffen. Die tektonische Zerlegung beeinträchtigt auch die Qualität der seltenen Kriechspuren indet. sehr negativ.

● **Steinbruch Rettenbacher**  
(Abb. 2: Aufschlußpunkt 94/20)

Großer, in Betrieb befindlicher Steinbruch auf Oberalmer Schichten (Taf. 1, Fig. 2), etwa 150 m südwestlich des Gutes Lienbach bzw. 1,6 km westlich von St. Koloman gelegen. Der Stein wird als Mauerstein, im Flußverbau sowie als Straßenschüttmaterial verwendet.

Die Oberalmer Schichten zeigen typische Fleckenkalk-Fazies, wobei die Ursache der Flecken zumindest zum Teil auf Durchwühlung zurückzuführen sein dürfte. Die Bankmächtigkeiten bewegen sich im dm-Bereich. Aptychen, schlechte Ammonitenabdrücke und Belemniten sind relativ häufig; ebenso sind Lebensspuren, insbesondere *Zoophycos* (Taf. 7, Fig. 4), (?) *Cosmorhapha* (Taf. 4, Fig. 3) sowie Weidespuren, signifikant. Weiters finden sich hellbeige Bänke zwischengeschaltet mit deutlichen Anklängen an Barmsteinkalk. An Sedimentstrukturen sind schöne Runzelmarken sensu TEICHERT 1970 auffällig (Taf. 2, Fig. 1).

Die reiche Mikrofauna wird z.T. in Tab. 1 sowie in Taf. 11, Fig. 5 dokumentiert. Daneben kommen verschieden gut erhaltene Calpionelliden massenhaft vor; diese sind auch stratigraphisch aussagekräftig: *Calpionella alpina*, *Calpionella elliptica* (Taf. 10, Fig. 8) *Crassicollaria parvula*, *Crassicollaria intermedia*, *Crassicollaria massutiniana*, (Taf. 10, Fig. 5), *Crassicollaria* sp., *Cadosina lapidosa*, (Taf. 10, Fig. 1), *Tintinnopsella carpathica*, auch *Globochaete alpina* und *Globochaete* sp.

Von den häufigen und mittelmäßig erhaltenen Nannofossilien konnten identifiziert werden: *Watznaueria barnesae*, *Watznaueria britannica*, *Parhabdolithus embergeri*, *Conusphaera mexicana* (nicht selten!), *Nannoconus* sp., *Cyclagelosphaera margereli*.

Die Calpionelliden erlauben eine stratigraphische Einstufung in oberes Tithon.

● **Wieserbruch**  
(Abb. 2: Aufschlußpunkt 94/21)

Kleiner, in Betrieb befindlicher Bruch auf Oberalmer Schichten, ca. 150 m SSE der Kirche von St. Koloman im Kolomanbachtal gelegen. Der Stein wird für Straßenböschungsbefestigung und für Gartenmauern verwendet.

Die Oberalmer Schichten (Probe 94/21C; Tab. 1) sind im dm-Bereich gebankt und führen bis zu etwa 1 dm dicke tonmergelige Zwischenlagen (Probe 94/21A); weiters ist eine ca. 70 cm dicke Lage von feinkörnigem Barmsteinkalk auffällig (Probe 94/21B; Tab. 1). Auf der Schichtfläche sind horizontweise Lebensspuren, u.a. *Zoophycos* (Taf. 7, Fig. 3) sowie diverse Kriechspuren, keineswegs selten. Auffällig ist die häufige pseudomorphe Pyritisierung von Fossilien, wie z.B. der Radiolarien oder auch der Spreiten von *Zoophycos* (Taf. 1, Fig. 6). Sternförmige Le-

bensspuren indet. (Taf. 8, Fig. 5) finden sich selten. Aptychen, schlecht erhaltene Ammonitenabdrücke und Belemnitenrosten sind vergleichsweise gar nicht so rar.

Hinsichtlich der Dünnschliffauswertung sei auf Tab. 1 verwiesen; die Mikrofazies ist durch Taf. 10, Fig. 10 z.T. charakterisiert. In den Schriffen 94/21B und 94/21C sind folgende meist schlecht erhaltene Calpionelliden bestimmbar: *Calpionella alpina* (klein- und großwüchsig); (Taf. 10, Fig. 7), *Calpionella alpina-elliptica*-Übergangsform, *Crassicollaria parvula* (Taf. 10, Fig. 6), *Tintinnopsella carpathica* (kleinwüchsig bis mittelgroß), *Cadosina lapidosa*. Die Radiolarien sind überwiegend kalzitisiert.

● **Steinbruch Schorn**  
(Abb. 2: Aufschlußpunkt 94/22)

Mittelgroßer, in Betrieb befindlicher Bruch auf Oberalmer Schichten, etwa 1 km östlich Sommerau bei St. Koloman beim Gehöft Hintersteiner gelegen. Verwendungszweck: „Geputzte“ Mauersteine.

Die Oberalmer Kalke werden von dm-gebankten Fleckenkalken dominiert, wobei die Flecken zweifellos großteils auf biogene Durchwühlung zurückzuführen sind. In den hangenderen Partien des Aufschlusses sind mehrere dickerbankige Barmsteinkalk-Lagen auffällig. Makrofossilien, insbesondere Ammoniten-Abdrücke, Aptychen und Belemniten sind vergleichsweise häufig. Ebenso zeichnet sich dieser Abbau durch ein relativ reiches Ichnofaunen-Spektrum aus, in dem vor allem die problematische Spur *Laevicyclus* relativ häufig vorkommt (Taf. 8, Fig. 1–4), daneben aber auch *Chondrites*, derbe „hirschgeweihförmige“, verzweigte Grabgänge (Taf. 3, Fig. 5) sowie *Thalassinoides/Ophiomorpha*.

Die mikritischen Oberalmer Kalke führen z.T. mittelhäufig schlecht erhaltenes Nannoplankton mit *Watznaueria barnesae*, *Watznaueria* sp. (Taf. 9, Fig. 2), *Watznaueria britannica*, *Cyclagelosphaera margereli*.

● **Steinbruch Schorn/Sommerau**  
(Abb. 2: Aufschlußpunkt 94/23)

Dieser kleine in Betrieb befindliche Steinbruch liegt ca. 600 m südöstlich vom Gasthaus Sommerau bei St. Koloman. Verwendungszweck: schöne Mauersteine von stark variabler Bankdicke.

Der Aufschluß zeichnet sich durch vergleichsweise größten Reichtum an Ichnotaxa aus, wobei die Vergesellschaftungen jenen des Rhenodanubischen Flysches nahe stehen. Die stratigraphische Analyse dieser Bankkalke (Oberalmer oder Schrambach-Schichten ?) steht noch aus. In den Kalkmergeln fand sich selten eine schlecht erhaltene Nannoflora mit *Conusphaera mexicana* und *Watznaueria barnesae*; sowie Nannoconiden (Taf. 9, Fig. 5). Das Ichnofaunenspektrum umfaßt u.a. *Chondrites*, (auch *Fucoides* im alten Sinne): (Taf. 5, Fig. 4; Taf. 6, Fig. 2,3), diverse Grabgänge (z.B. Taf. 2, Fig. 5), Stopfbauten indet. (Taf. 3, Fig. 7), *Taenidium* (Taf. 3, Fig. 8), *Granularia* (Taf. 4, Fig. 4), *Zoophycos* (Taf. 7, Fig. 2).

Auffällig sind weiters zart-verheilte Synärese-Risse (Taf. 1, Fig. 7,8).

● **Mayerhofer-Bruch**  
(Abb. 2: Aufschlußpunkt 94/24)

Mittelgroßer, in Betrieb befindlicher Steinbruch 2 km südöstlich von Kuchl am südlichen Ufer des Kertererbachs gelegen; Verwendung im Flußverbau und für Böschungsstützmauern.

Die Oberalmer Schichten dieses Steinbruchs sind extrem makrofossilarm und lithologisch ziemlich wechsel-

haft. Auch Lebensspuren sind nahezu absent bzw. zumindest stark überprägt. Im Liegenden erreichen die Bänke bis 2 m Mächtigkeit, werden allmählich dm-gebant und gehen gegen das Hangende zu in dunkelgrauen, cm-gebanten Kalk über; Hornsteinlagen sind nicht selten. Wie chemische Analysen erkennen lassen, zeigt der ziemlich massige Liegendkalk geringere  $\text{SiO}_2$ -Gehalte (kieseliger Kalk) während die hangenden Partien als Kieselkalk anzusprechen sind.

In den Dünnschliffen erweist sich die massige Liegendbank als stark rekristallisierter Biomikrit, dessen biogener Anteil praktisch nicht mehr zu identifizieren ist. Neben etwas Pyrit ist auch Glaukonit zu beobachten. Auch die feingeschichteten Kieselkalke des Hangendbereiches sind stark rekristallisiert und geflasert und zeigen Pyrit- und Glaukonit-Führung; dichtgepackter Radiolarien/Schwammnadel-Biomikrit bis -mikrosporit. Sehr selten konnte sehr schlecht erhaltenes Nannoplankton in den weicherer Mergelzwischenlagen beobachtet werden: *Braarudosphaera* sp.

#### ● Lunzenbruch

(Abb. 2: Aufschlußpunkt 94/25)

Kleiner, in Betrieb stehender Abbau auf Oberalmer Schichten, etwas mehr als 2 km östlich der Kirche von Kuchl gelegen; Verwendung für Gartenmauern und Böschungsbstützung.

Die Oberalmer Schichten im Liegenden des Abbaues sind etwa 1–2 dm dick gebant und zeigen im Schliff einen Biomikrit mit Radiolarien und Schwammnadeln als dominant, daneben auch kalzitische Muschelschalen und Echinodermendetritus; Pyrit, Hornstein. An Mikroplankton konnte determiniert werden: *Calpionella* sp. (massenhaft, schlecht erhalten), *Crassicollaria parvula*, *Crassicollaria callosa*, *Crassicollaria* sp., *Tintinnopsella carpathica* (Taf. 10, Fig. 9), *Cadosina lapidosa*; daneben finden sich noch häufig *Lombardia* sowie mittelhäufig *Globochaete alpina* und sehr selten schlecht erhaltenes Nannoplankton mit *Watznaueria barnesae*.

Eine hellbeige, mehr als 3 m mächtige Lage von Barmsteinkalk im Hangenden des Aufschlusses erweist sich im Schliff als etwas stylolithisierter Biopelmikrit mit häufig Foraminiferen (Tab. 1), Crinoiden und Echinidenstacheln sowie *Thaumatoporella parvovesiculifera* RAINERI.

Eine chemische Analyse der dünnbankigen Oberalmer Schichten zeigt einen  $\text{SiO}_2$ -Gehalt von 11,40 %; die hangende Barmsteinkalkbank dürfte wohl auch zum Kalkbrennen geeignet sein. Lebensspuren beschränken sich auf Wühlspuren vom Typ *Thalassinoides/Ophiomorpha* und *Chondrites*.

Stratigraphisch dürfte der liegende Abschnitt des Aufschlusses ins Ober-Tithon gehören, während die hangende Barmsteinkalkbank mit *Protopenereolis trochagulata* SEPT-FONTAINE wohl bereits dem Berrias zuzurechnen ist.

#### ● Wieser-Bruch

(Abb. 2: Aufschlußpunkt 94/31)

Kleiner, außer Betrieb befindlicher Steinbruch auf (?) Schrambach-Schichten etwa 400 m nordöstlich von St. Koloman gelegen. Hellgrauer, kieseliger, muscheliger brechender Bankkalk mit Ammoniten und etwas Lebensspuren, z.B. schichtparallele Grabgänge indet., *Chondrites*. Eine Mergelkalklage zeigt eine schlecht erhaltene, mittelhäufige Nannoflora mit *Watznaueria barnesae*, *Cyclagelosphaera margereli*, *Parhabdolithus embergeri*.

#### ● Aufschlußpunkt 94/32

(Abb. 2)

Kleiner Steinbruch mit gelegentlicher Materialentnahme im Kolomanbach-Graben, etwa 1,3 km NNE von St. Ko-

loman gelegen. Verwendungszweck: Steine für Gartenmauern, Stützmauern.

Wahrscheinlich Oberalmer Schichten; dünn gebantke (5–20 cm) graue Fleckenkalke, nicht selten Hornsteinschnüre. Nannoplankton mittelhäufig und ziemlich schlecht erhalten mit *Watznaueria barnesae*, *Conusphaera mexicana*, *Cyclagelosphaera margereli*, *Watznaueria britannica*. An Lebensspuren wurden lediglich *Chondrites* sowie häufige „Flecken“ indet. beobachtet.

#### ● Straße von Vigaun nach St. Koloman

(Straßen-km 5,2)

Unweit des Gletscherschliff-Naturdenkmals stehen an der nördlichen Strassenböschung Oberalmer Schichten an, die nicht selten interessante Lebensspuren führen, wie etwa Rosetten-Spuren (Taf. 8, Fig. 8) und schöne *Chondrites* (Taf. 6, Fig. 5; Taf. 4, Fig. 7).

Schliffe zeigen sowohl typische Oberalmer Biomikrite, in denen kalzitisierte Radiolarien und Calpionelliden dominieren; letztere zeigen schlechten Erhaltungszustand. Folgende Taxa konnten bestimmt werden: *Calpionella alpina* (massenhaft; mittel- und kleinwüchsig), *Tintinnopsella carpathica*, *Crassicollaria parvula*, *Crassicollaria intermedia*, *Crassicollaria* sp., *Cadosina lapidosa*. Foraminiferen: *Spirillina* sp. (Taf. 11, Fig. 3, 12).

In einer stärker mergeligen Probe wurde mittelhäufig schlecht erhaltenes Nannoplankton angetroffen: *Watznaueria barnesae*, *Watznaueria communis*, *Cyclagelosphaera margereli*, *Conusphaera mexicana*.

Weiters treten auch Barmsteinkalk-Lagen auf, in denen vereinzelt schlecht erhaltene Calpionelliden auftreten, weiters Bryozoen, Echinodermendetritus sowie die Dasycladaceae *Clypeina jurassica* FAVRE. An Foraminiferen sind ebenso eher Seichtwasser-Elemente anzutreffen, die für den allodopischen Sedimentcharakter sprechen: *Miliolina*, *Lenticulina* sp., *Pfenderina* sp., *Trocholina alpina* (LEUPOLD), *Dorothia* ex gr. *zedlerae-kummi*, *Valvulina* sp..

Das stratigraphische Alter dieses Aufschlusses kann wohl mit Unter-Berrias festgelegt werden.

#### ● Schrambach-Profil bei Kuchl (locus classicus)

liegender Anteil

Dieses Profil wurde zuletzt von WEIDICH (1990) bearbeitet. Wir haben lediglich aus dem Lebensspuren-führenden liegenden Anteil, der den Oberalmer Schichten zugehört, einige Proben entnommen; eine nähere Bearbeitung steht allerdings noch aus. Mikrofaziell handelt es sich um Radiolarien/Calpionelliden-führenden Biomikrit, wobei die Radiolarien sowohl kieselig, als auch kalzitisiert erhalten sein können und manchmal auch pyritisiert sind. Großwüchsige Exemplare von *Calpionella alpina* sind in mittlerer Häufigkeit anzutreffen. Vermutlich Ober-Tithon (bis Unter-Berrias ?)

An Lebensspuren wurden lediglich *Chondrites* sowie *Thalassinoides/Ophiomorpha*-ähnliche Wühlspuren angetroffen; Aufsammlungen stehen noch aus.

Von weiteren Aufschlüssen wurden zwar Lebensspuren aufgesammelt, die z.T. auch in dieser Arbeit abgebildet wurden; eine nähere Bearbeitung der Aufschlüsse wurde jedoch bislang nicht durchgeführt.

## 8. Bemerkungen zu den Lebensspuren

Die Ichnoassoziationen zeigen eine klare Abhängigkeit vom Sedimenttyp. So sind die oft sehr individuenreichen

Spektren in den weicheren tonig-mergeligen Sedimenten etwa der unteren Roßfeld-Schichten und der tonmergeligen Partien in den Schrambach-Schichten deutlich weniger divers, wobei das Ichno„genus“ *Phycosiphon* absolut dominiert und gelegentlich auch noch *Chondrites* sowie „Flecken“ indet. anzutreffen sind. Hingegen zeigen die mikritischen/mikrosparitischen Kalksteine, die nicht selten erheblich kieselig sind und manchmal auch stärker mergelig, eine vergleichsweise individuenärmere, aber wesentlich „arten“-diversere Ichnofauna. Der Erhaltungszustand der Spuren ist im allgemeinen eher mäßig und in stärker tektonisierten Partien, z.B. im Steinbruch des Gartenauer Zementwerks, sind in weiten Partien praktisch keine Spuren mehr erkennbar. Ebenso ist die Erhaltung der Spuren auf den Karbonatgesteins-Bankflächen nur dann adäquat, wenn tonig-mergelige Bankfugen als schützender Polster die harten Bänke trennen.

Die folgenden Anmerkungen zu den Spurenfossilien der Tauglboden-, Oberalmer, Schrambach- und Roßfeld-Schichten folgen keiner systematischen oder ethologischen Gruppierung. Die Aufzählung orientiert sich annähernd an der Häufigkeit der Ichnotaxa und lehnt sich weitgehend an HÄNTZSCHEL (1975) an. Wie bereits in der Einleitung bemerkt wurde, war und ist von unserer Seite keine systematische Bearbeitung der Spurenfossilien vorgesehen; diese soll Berufeneren vorbehalten bleiben.

#### „Flecken“ indet.

Unregelmäßige Flecken, die auf Bioturbation hinweisen, jedoch nicht näher zugeordnet werden konnten, sind wohl die häufigsten Spuren, sowohl in den Kalksteinen, als auch in den tonmergeligen Sedimenten.

#### *Phycosiphon* von FISCHER-OOSTER 1858

Insbesondere in den tonig-mergeligen Sedimenten der unteren Roßfeld-Schichten sowie gelegentlich auch in den mergeligen Partien der Schrambach-Schichten ist *Phycosiphon* das bei weitem dominierende Ichnotaxon. In der älteren österreichischen Spuren-Literatur läuft dieses Ichnogenus als *Palaedictyon* HEER (1865), welches lt. HÄNTZSCHEL (1975) als Synonym anzusehen ist. Mäandrierende Endichnia, 1–3 mm breit und meist schichtparallel angeordnete (?) Weidespuren (Taf. 5, Fig. 5,6). Gelegentlich zeigt *Phycosiphon* auch deutlich ausgeprägte Parallelorientierung, die thigmo- bzw. phobotaktisch begründet sein könnte und dann starke Assimilität zu *Helminthoida* SCHAFFHÄUTL (1851) aufweist.

#### *Chondrites* von STERNBERG 1833

Dieses Ichno„genus“ zeigt in allen von uns untersuchten Formationen die größte Verbreitung und kommt sowohl in den mikritischen/mikrosparitischen Kalksteinen, als auch in den tonmergeligen Sedimenten vor; in letzteren allerdings seltener. Auch scheint dieser Ubiquisit – eventuell gemeinsam mit *Laevicyclus* – die größte Toleranz gegenüber dysaeroben Lebensbedingungen aufzuweisen. HÄNTZSCHEL (1975) subsummiert unter *Chondrites* auch *Fucoides lycopodioides* BRONGNIART 1828, ein Ichnotaxon, das als „Fukoiden“ im österreichischen Usus gerne von den „Chondriten“ abgetrennt wird. Unsere Exemplare (Taf. 4, Fig. 7; Taf. 5, Fig. 4,7,8; Taf. 6) zeigen sowohl regelmäßig verzweigte, als auch unregelmäßige, schichtparallele zylindrische Tunnels von verschiedener Größe, die meist Durchmesser von 0,5–1,5 mm aufweisen. Die „Fukoiden“-Durchmesser bewegen sich um 3–5 mm; letztere wurden nur sehr selten beobachtet. POWICHROWSKI (1989)

diskutiert hemisessile wurmförmige Organismen als Erzeuger dieser Freißbauten.

#### *Thalassinoides* EHRENBERG 1944/*Ophiomorpha* LUNDGREN 1891

Wir haben diese beiden stellenweise außerordentlich auffälligen und dann meist sehr häufigen Ichnotaxa nicht separat angeführt, um der systematischen Diskussion auszuweichen. Es handelt sich um zylindrische Wühlspuren von ca. 5±15 mm Durchmesser, die gerade bzw. meist irregulär gekrümmt verlaufen und sich mehrmals verzweigen können, häufig bilden sie ein unübersichtliches Netzwerk bzw. erinnern an „Hirschgeweihe“ im Sinne von PLÖCHINGER (Taf. 3, Fig. 5). An den Verzweigungspunkten tritt gelegentlich eine deutliche Verdickung ein (Taf. 3, Fig. 1–4). Vermutlich handelt es sich um Freißspuren von Crustaceen.

#### *Zoophycos* MASSALONGO 1855

Dieses Ichno„genus“ ist sowohl in den Oberalmer, als auch weniger häufig in den Schrambach-Schichten in den (mergel)kalkigen Partien anzutreffen, wobei meist nur vereinzelte Spreiten zu beobachten sind; diese werden gelegentlich pseudomorph von Pyrit nachgezeichnet (Taf. 1, Fig. 6). Wesentlich seltener sind flache, von einem Zentrum ausgehende und kreisförmig auffächernde Individuen, die von ca. 15 bis ±50 cm Durchmesser erreichen können (Taf. 7, Fig. 1,2). Taf. 7, Fig. 3–5 zeigt die typischen Spreiten;? alle *Zoophycos*. Der Verursacher dieser Lebensspuren ist unklar.

#### *Laevicyclus* QUENSTEDT 1879

Diese sehr fragliche Lebens(?)spur wurde weitaus am häufigsten in den Oberalmer Schichten des Steinbruchs Schorn (Aufschlußpunkt 94/22) nachgewiesen, wo sie bankweise durchaus dominant anzutreffen ist. Auch in den Oberalmer Schichten des „Lunzenbruchs“ (Aufschlußpunkt 94/25) wurde *Laevicyclus* vereinzelt beobachtet. Es handelt sich um zylindrische Strukturen, die senkrecht zur Schichtebene auftreten und Durchmesser von ca. 1,5– ca. 12 cm aufweisen. In der Aufsicht zeigt sich auf den Schichtflächen eine konzentrische Ringstruktur mit einem zentralen Kanalausstritt von einigen wenigen mm Durchmesser (Taf. 8, Fig. 1–4). SEILACHER 1953 und auch mehrere weitere Autoren denken als Verursacher dieser Lebensspur an eine Kombination von Wohnbau (*Domichnia*) mit Weidespur (*Pascichnia*). SCHMIDT (1934) hingegen deutet *Laevicyclus* als anorganische Sedimentstruktur, die durch Gasexhalationen und Wasserauspressung unter Druck entstand. Der federführende Autor dieser Arbeit schließt sich vorderhand letzterer Interpretation an, da – wie es scheint – *Laevicyclus* an dysaerobe Sedimente gebunden sein dürfte.

#### *Granularia* POMEL 1849

Einige undeutlich erhaltene körnig-sandig ausgefüllte langgestreckte Grabgänge in den Oberalmer Schichten (Taf. 4, Fig. 4–7) werden zu diesem Ichnogenus gestellt. Die Durchmesser der Bohrgänge betragen ±10 mm; auch Verzweigungen sind zu beobachten.

#### *Subphyllochorda* GÖTZINGER & BECKER 1932

Von HÄNTZSCHEL (1975) wird dieses Ichnogenus zur *Scollia*-Gruppe gestellt. Bei den von uns beobachteten Taxa (Taf. 5, Fig. 1–3) handelt es sich um 10–20 mm breite bilateral symmetrische schichtparallel auftretende Spuren, die je nach Auffassung entweder als Schnecken-

Kriech- bzw. Freßspuren gedeutet werden können oder als Kriechspuren irregulärer Seeigel. Die schönsten Exemplare (Taf. 5, Fig. 1,2) in den Oberalmer Schichten des Steinbruchs Rieger (Aufschlußpunkt 94/3) konnten leider nur fotografiert und nicht aufgesammelt werden.

Eine schlecht erhaltene Spur, die zu *Scolicia* s.l. gestellt werden könnte, ist auf Taf. 4, Fig. 8 abgebildet.

**cf. *Halimedes* LORENZ VON LIBURNAU 1902**

Lediglich ein schlecht erhaltenes Exemplar, das wohl diesem Ichnogenus zugerechnet werden kann, wurde in den Oberalmer Schichten des Rieger-Steinbruchs (Aufschlußpunkt 94/3) aufgesammelt. Die blattförmigen Verdickungen entlang einer zentralen Stammachse sind in unserem Exemplar (Taf. 3, Fig. 6) nur undeutlich entwickelt.

Die Entstehung dieser für den oberkretazischen Flysch typischen Lebensspur dürfte unklar sein.

**cf. *Cosmorhapha* FUCHS 1895**

Undeutliche, regelmäßig frei-mäandrierende (?) Weidespur in den Oberalmer Schichten des Rettenbacher Steinbruchs (Aufschlußpunkt 94/20: Taf. 4, Fig. 3).

***Belorhapha* FUCHS 1895**

Zickzack-förmige Lebensspur, die überwiegend aus flyschartigen Ablagerungen der Kreide bis Alttertiär bekannt ist, wie etwa dem Wienerwald-Flysch. DIERSCHKE (1980) teilt *Belorhapha* aus den Tauglbodenschichten mit. Uns liegen nun Einzelfunde von *Belorhapha* aus den Oberalmer Schichten des Steinbruchs Leitner (Taf. 4, Fig. 1) und aus den Schrambach-Schichten des Spumberges (Taf. 4, Fig. 2) vor.

Die bathymetrische Aussagekraft dieser Lebensspur wird durch den Nachweis ihrer Präsenz in der zweifellos sehr seichten mitteleozänen Green River Formation von

Utah stark reduziert (FOUCH & DEAN, 1982). MOUSSA (1970) schreibt diese Spur Nematoden zu.

**Sternförmige bzw. Rosetten-Spuren**

Stern- bzw. rosettenförmige Spuren, deren Sediment meist gröberkörnig (siltig-feinsandig) als das umgebende Gestein ist, werden hier mit größtem Vorbehalt dem Ichnotaxon *Asteriacites* von SCHLOTHEIM 1820 (Taf. 8, Fig. 8) und *Haentzschelinia* VYALOV 1964 (= „*Spongia ottoï*“, Taf. 8, Fig. 5–7) zugeordnet. Sie scheinen in den von uns studierten Oberjura/Unterkreide-Gesteinen sehr selten zu sein.

***Taenidium* HEER 1877**

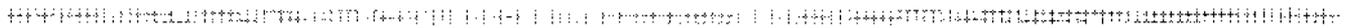
Ein relativ gut erhaltenes Exemplar aus den mikritischen Oberalmer Schichten des Steinbruchs Schorn (Aufschlußpunkt 94/23) zeigt die typischen zopfförmigen Stopftunnels, wobei unser Stück wohl am ehesten mit dem von HÄNTZSCHEL (1975) weitgehend als Synonym aufgefaßten Ichno-„genus“ *Notaculites* KOBAYASHI 1945 Ähnlichkeit zeigt (Taf. 3, Fig. 8).

**Stopfbauten indet.**

In den (?)Oberalmer Schichten des Steinbruchs Schorn (Aufschlußpunkt 94/23) wurden von einem Zentrum ausgehende segmentierte Freßtunnels (Stopfbauten), wohl von sedimentverdauenden wurmförmigen Organismen, beobachtet (Taf. 3, Fig. 7).

**Dank**

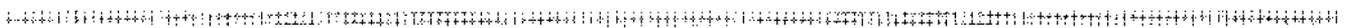
Der federführende Autor dankt insbesondere den ungarischen Koautorinnen für die Ermunterung zu dieser Arbeit sowie für die Durchsicht des Schliffmaterials in mikropaläontologischer Hinsicht. Dr. Franz TATZREITER (Wien) wird für gemeinsame Geländebegehungen und die tatkräftige Mithilfe bei der Bergung von Großstücken gedankt. Vizedir. Dr. Werner JANOSCHEK (GBA) ermöglichte im Rahmen der „Ergänzenden Kartierung“ die Bereitstellung der budgetären Mitteln für museale Aufsammlungen.

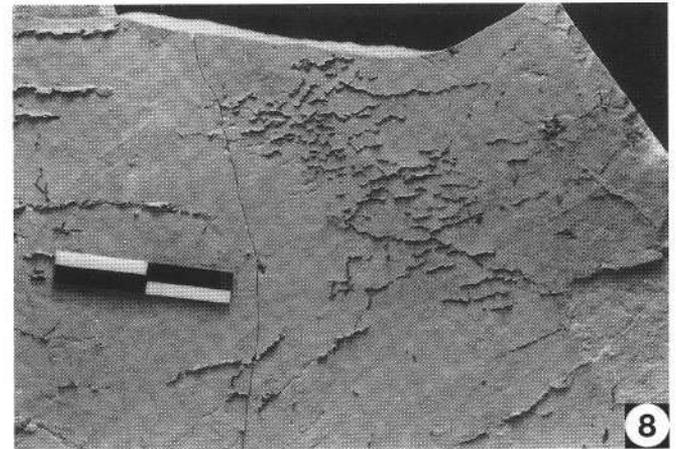
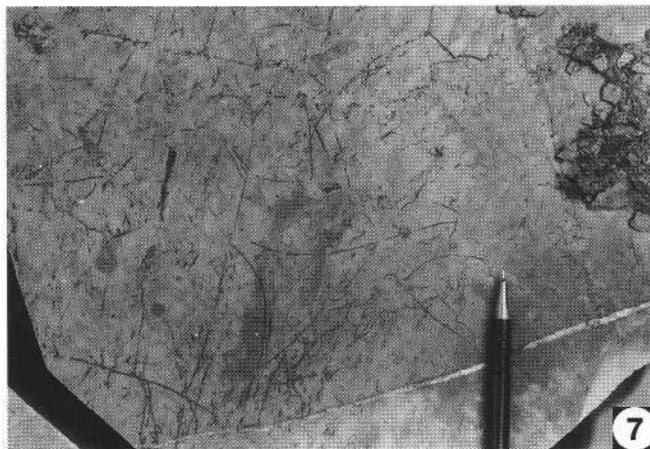
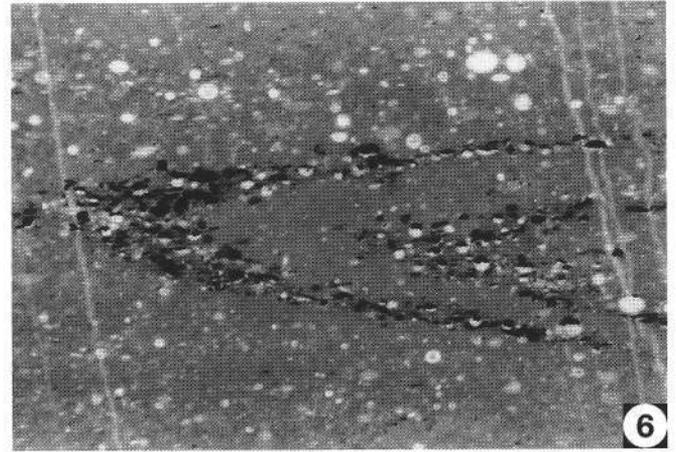
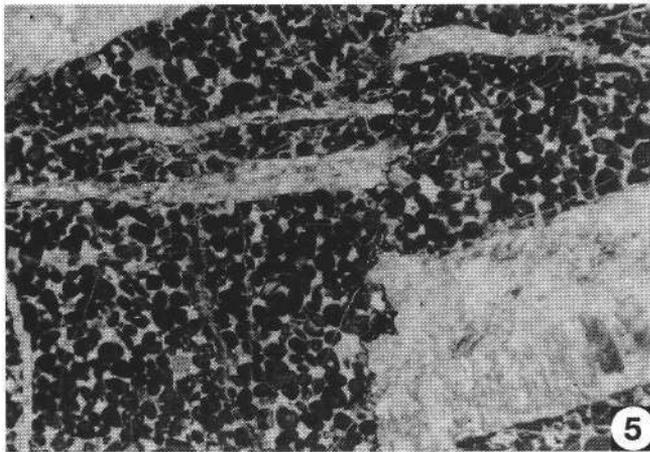
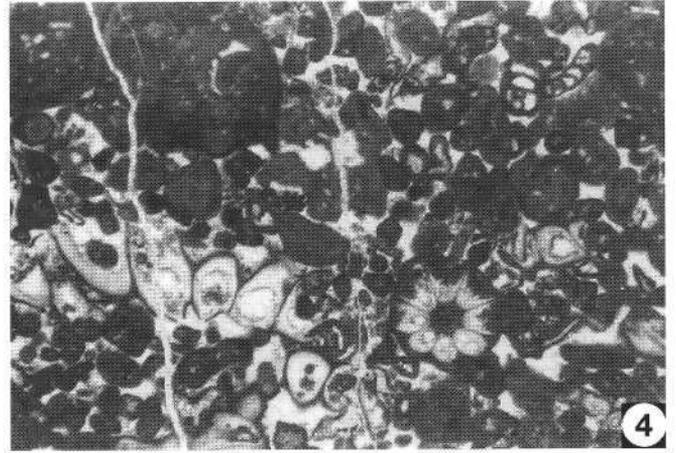
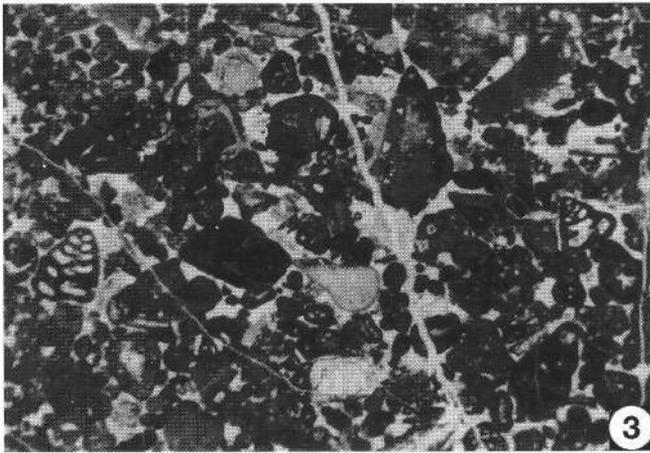


**Tafel 1**

- Fig. 1: **Überlagerung von Oberalmer Schichten durch Barmsteinkalk.**  
Im Hangenden der Bruchwand ist deutlich die Überlagerung mit heller gefärbten Kalken vom Typus Barmsteinkalk zu sehen.  
Steinbruch Rieger, 800 m NE von Puch bei Hallein, Aufschlußpunkt 94/3.
- Fig. 2: **Lagen von Barmsteinkalk in Oberalmer Schichten.**  
Auch hier sind heller gefärbte Lagen vom Typus Barmsteinkalk zu beobachten. Im Vordergrund „geputzte“ Steine, die für Garten-Ziermauern, etc. Verwendung finden.  
Steinbruch Rettenbacher; etwa 1,6 km W von St. Koloman, Aufschlußpunkt 94/20.
- Fig. 3: **Blointrapelsparit, kalzitgeädert, mit Foraminiferen (u.a. *Pseudoeggerella*), Echinodermen-Fragmenten, selten Dasycladaceen-(*Clypeina*-)Bruchstücke.**  
Probe 94/4 F stammt aus dem liegenden Teil einer 55 cm dicken Lage vom Typus Barmsteinkalk die einer Folge von pelagischen Oberalmer Schichten im südlichen Steinbruchteil zwischengeschaltet ist. Randliche Mikritisierung einzelner Körner.  
Steinbruch Leitner NW von Puch bei Hallein, Aufschlußpunkt 94/4.  
Bildlänge: ca. 15 mm.

- Fig. 4: **Blofelsparit, etwas kalzitgeädert, mit Dasycladaceen (*Clypeina jurassica*) und Foraminiferen.**  
Probe 94/4 A stammt aus den liegenden Flecken-Mergelkalken der Oberalmer Schichten. Körner z.T. randlich mikritisert.  
Lokalität wie Fig. 3.  
Bildlänge: ca. 15 mm.
- Fig. 5: **Blofelsparit, stark kalzitgeädert, Echinodermen-Fragmente, selten Foraminiferen.**  
Probe 94/4 G stammt aus dem hangenden Teil der Bank aus der auch Probe 94/4 F stammt. Deutlich sind die durch Gradierung bedingten geringeren Korngrößen der Peloiden zu sehen. Die Kalzitklüftchen sind entlang einer Styrolithenzone „verschluckt“ und seitlich versetzt.  
Lokalität wie Fig. 3.  
Bildlänge: ca. 15 mm.
- Fig. 6: **Biomikrit mit Radiolarien, Schwammnadeln und den Spreiten der Lebensspur *Zoophycos*, die pseudomorph von Pyrit nachgezeichnet wird.**  
Probe 94/21 C, „Wieser Bruch“, ca. 150 m SSE der Kirche von St. Koloman gelegen, Aufschlußpunkt 94/21.  
Oberalmer oder Schrambach-Schichten des Berrias.  
Bildlänge: ca. 10 mm.
- Fig. 7, 8: **Synärese-Risse in den (?)Oberalmer Schichten des Steinbruchs Schorn, die wohl auf subaquatische Dehydration zurückzuführen sind.**  
Probenpunkt 94/23.  
Der Maßbalken von Fig. 8 zeigt cm-Teilung.

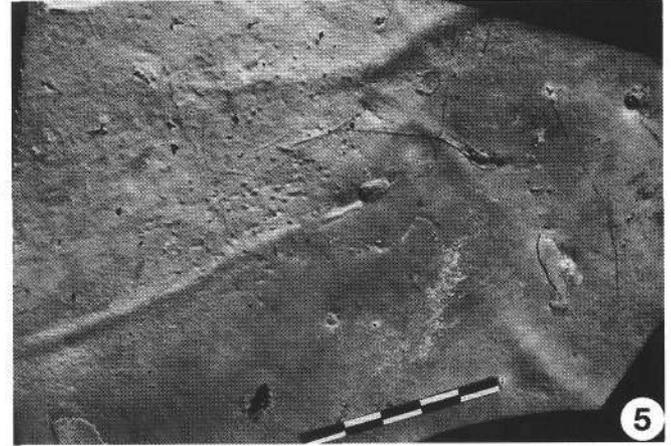
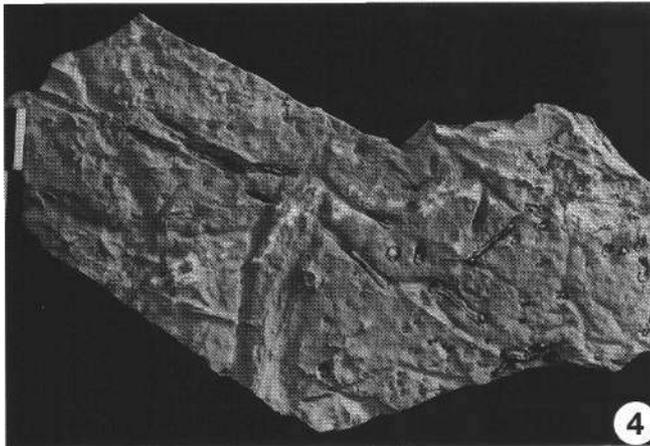
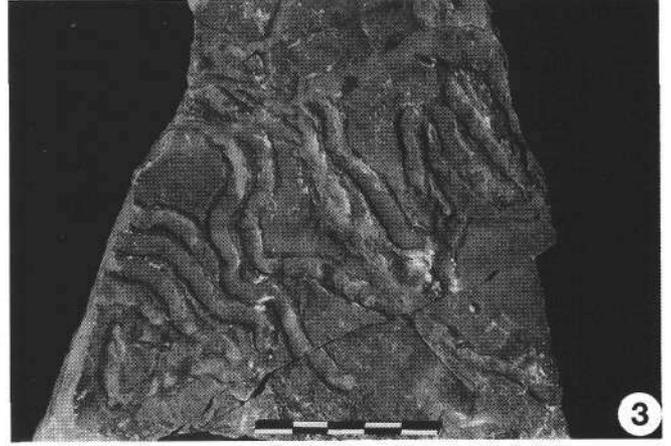
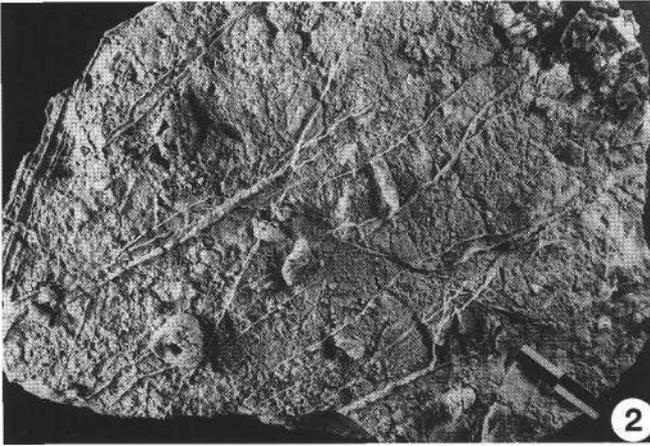
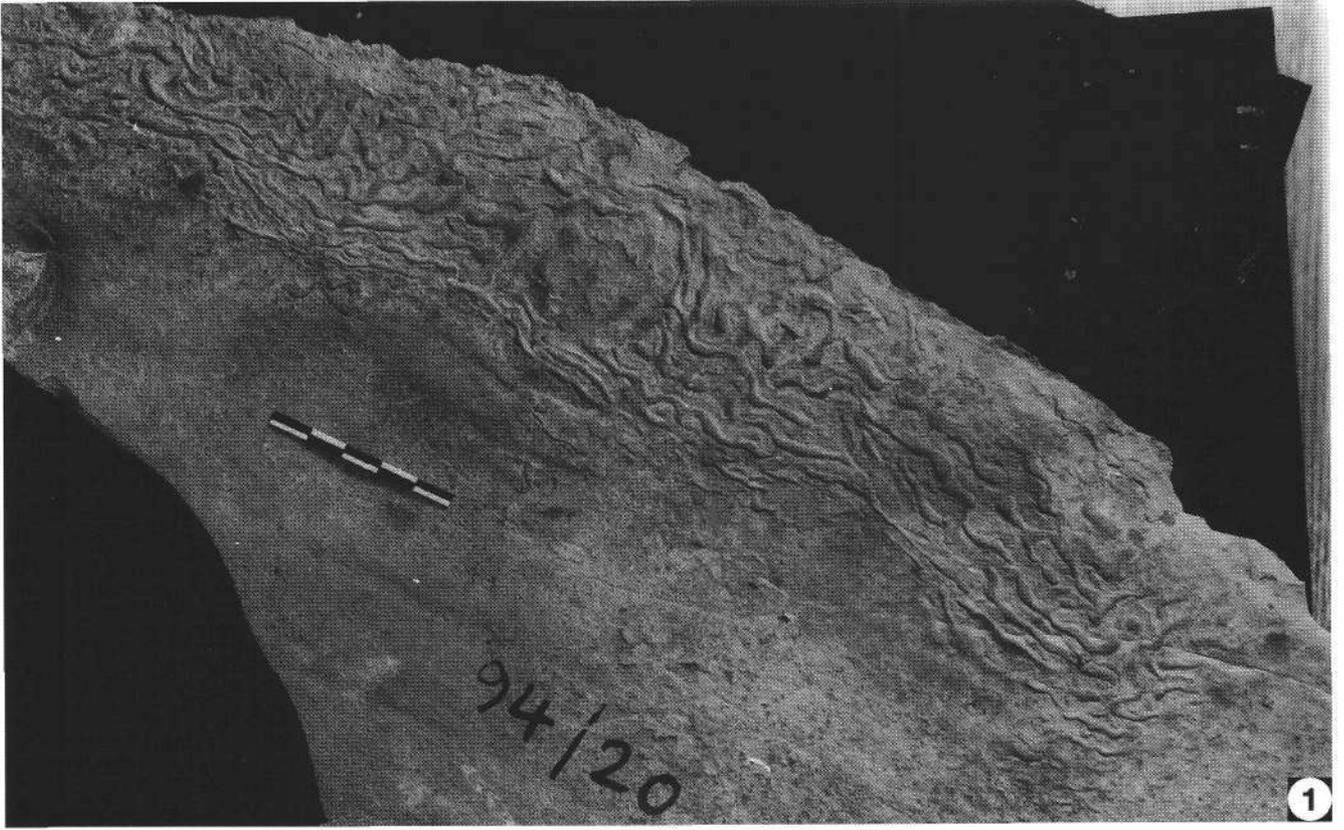




## Tafel 2

- Fig. 1: **Runzelmarken sensu TEICHERT 1970 (anorganische Marken).**  
Aufschlußpunkt 94/20, Steinbruch Rettenbacher.  
Oberalmer Schichten.
- Fig. 2: **Allodapischer Barmsteinkalk**  
mit Echinodermendetritus, links unten ein Kieselschwamm.  
Probe 82/87 vom Oberalmer Berg, dem locus classicus der Oberalmer Schichten.
- Fig. 3: **(?) schichtinterne Kriechspuren indet.,**  
die einerseits wohl z.T. thigmotaktisch begründbaren Parallelverlauf zeigen, andererseits selten auch Bifurkationen aufweisen  
(rechts unten).  
Aufschlußpunkt 94/3, Steinbruch Rieger.  
Oberalmer Schichten.
- Fig. 4: **(?) Grabspuren indet.**  
aus Schrambach- oder Oberalmer Kalken unweit südlich unterhalb der Zwischenalm WSW von Kuchl.
- Fig. 5: **Schichtparallele Grabgänge indet. von (?) wurmförmlichen Organismen.**  
Aufschlußpunkt 94/23, Steinbruch Schorn.  
(?) Oberalmer Schichten.

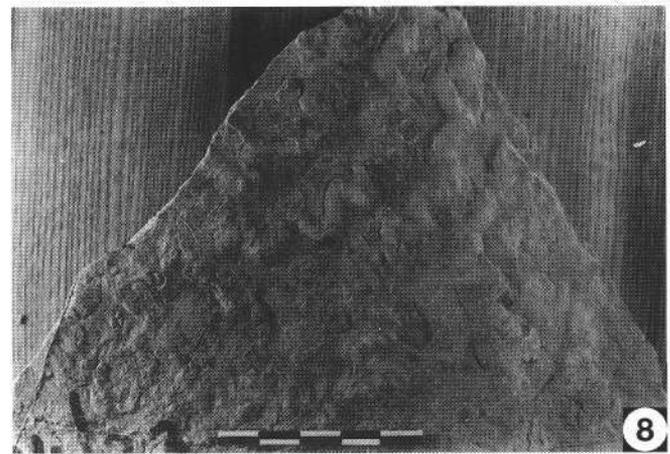
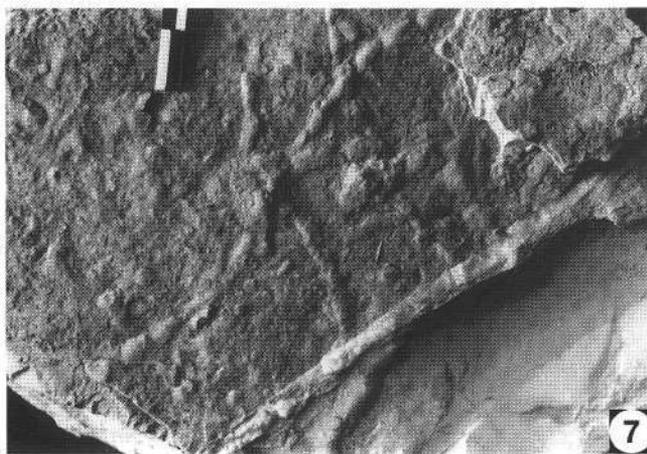
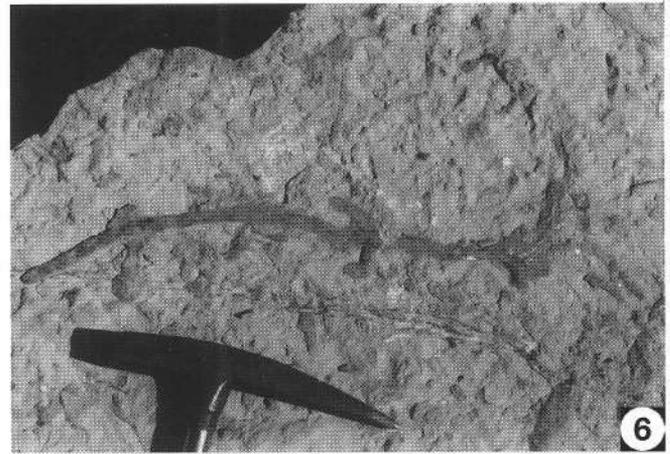
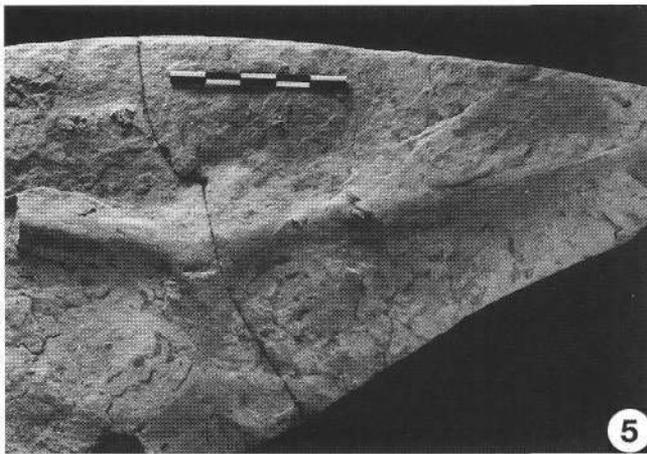
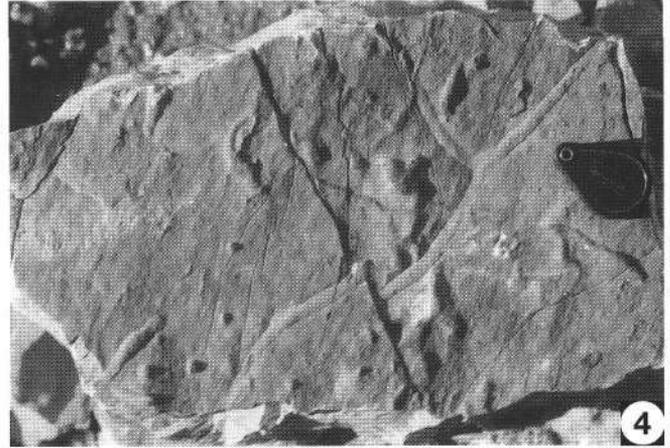
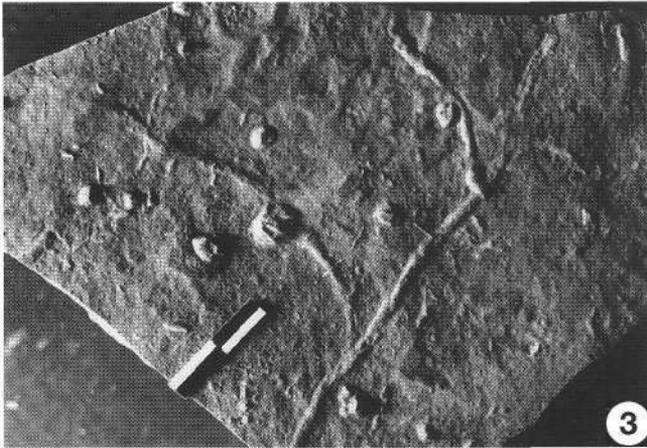
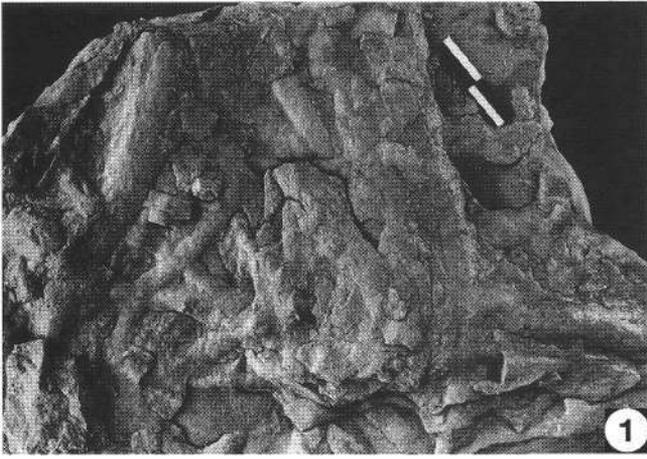
Maßbalken zeigen cm-Teilung.



## Tafel 3

- Fig. 1: **Derbe, sich wirr kreuzende und überlagernde Grab- und Kriechspuren.**  
Aufschlußpunkt 94/4, Steinbruch Leitner.  
Oberalmer Schichten.
- Fig. 2: **Chaotisches Wirrwarr verschiedener Kriechspuren-Generationen vom Typ *Thalassinoides/Ophiomorpha*.**  
Aufschlußpunkt 94/3, Steinbruch Rieger.  
Oberalmer Schichten.
- Fig. 3: **Zylindrische, mehrmals bifurkat verzweigte Kriechspuren vom Typ *Thalassinoides*.**  
Aufschlußpunkt 94/4, Steinbruch Leitner.  
Oberalmer Kalk.
- Fig. 4: **Zylindrische, bifurkat verzweigte Kriechspur vom Typ *Thalassinoides*.**  
Aufschlußpunkt 94/3, Steinbruch Rieger.  
Oberalmer Kalk.
- Fig. 5: **Derber, verzweigter Grabgang; "Hirschgeweih" sensu PLÖCHINGER.**  
Aufschlußpunkt 94/22, Steinbruch Rieger.  
Oberalmer Kalk.
- Fig. 6: **(?) *Halimedides* LORENZ VON LIBURNAU 1902.**  
Typische Flysch-Lebensspur.  
Aufschlußpunkt 94/3, Steinbruch Rieger.  
Oberalmer Schichten.
- Fig. 7: **Von einem Zentrum ausgehende segmentierte Freß-Tunnels indet. (Stopfbauten),**  
wohl von sedimentverdauenden wurmähnlichen Organismen.  
Aufschlußpunkt 94/23, Steinbruch Schorn.  
(?) Oberalmer Schichten.
- Fig. 8: ***Taenidium (Notaculites)* KOBAYASHI 1945.**  
Zopfförmige Stopftunnels.  
Aufschlußpunkt 94/23, Steinbruch Schorn.  
(?) Oberalmer Schichten.

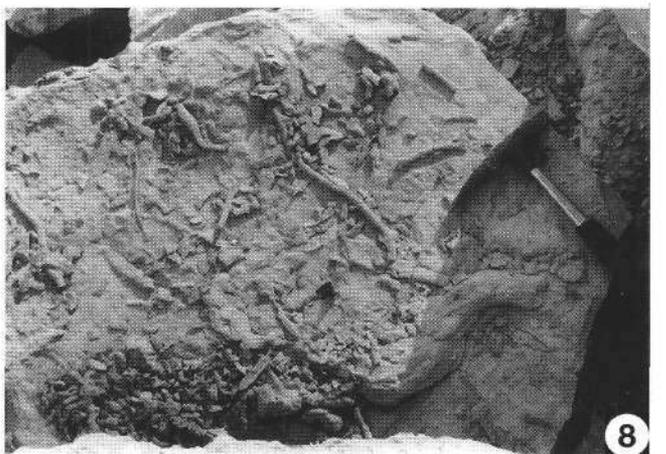
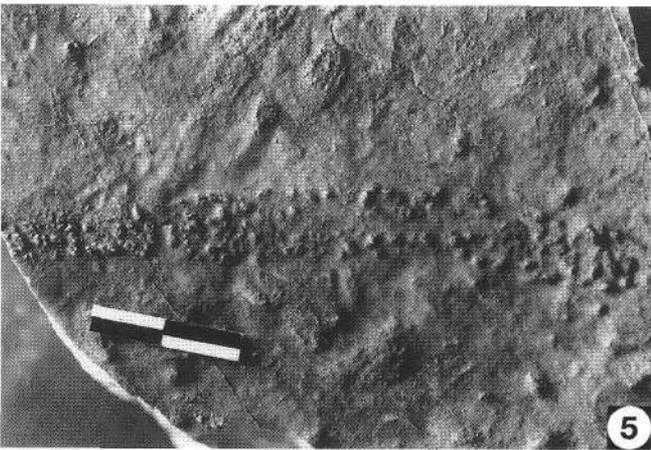
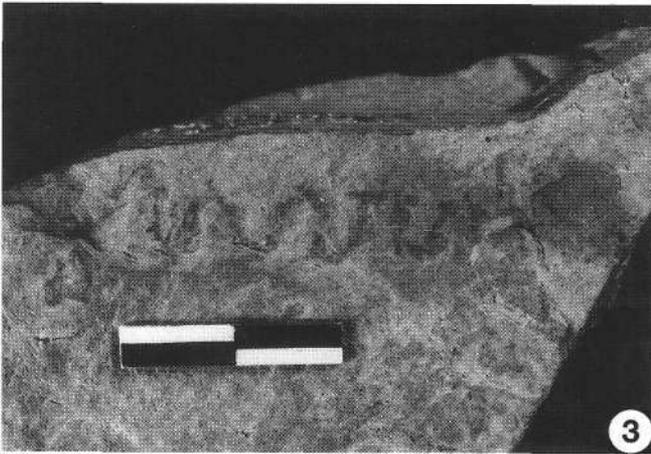
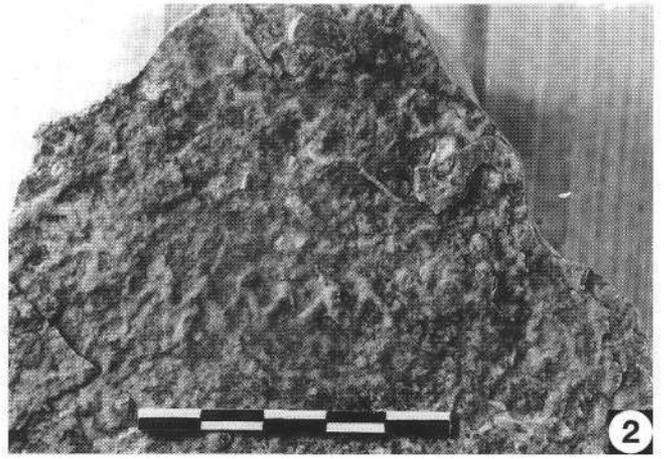
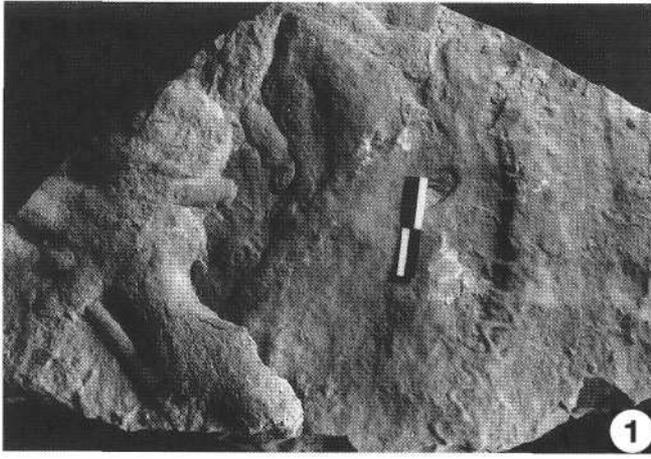
Maßbalken zeigen cm-Teilung.



## Tafel 4

- Fig. 1,2: **Belorhappe FUCHS 1895.**  
Zickzack-verlaufende Bewegungsspur, die bevorzugt in Flyschablagerungen auftritt, aber auch in Flachwasser-Sedimenten beobachtet wurde.
- Fig. 1: *Belorhappe* rechts im Bild, links uncharakteristische *Ophiomorpha/Thalassinoides*.  
Aufschlußpunkt 94/4, Steinbruch Leitner.  
Oberalmer Schichten.
- Fig. 2: *Belorhappe* in Schrambach-Schichten des Spumberges östlich Adnet, beim Gehöft Zill.
- Fig. 3: **(?) *Cosmorhappe* FUCHS 1895.**  
Frei mäandrierende Weidespur typisch für Flyschablagerungen.  
Aufschlußpunkt 94/20, Rettenbacher Steinbruch.  
Oberalmer Schichten.
- Fig. 4,5: ***Granularia*.**  
Sandkörner-gefüllte Grabgänge, langgestreckt.
- Fig. 4: Aufschlußpunkt 94/23, Steinbruch Schorn.  
(?) Oberalmer Schichten.
- Fig. 5: Aufschlußpunkt 82/93, Fundort ca. 80 m NNE Gipfel des Hohen First.  
Oberalmer Fleckenkalke.
- Fig. 6: **(?) *Granularia*.**  
Aufschluß bei Straßenkilometer 5,2 an der Straße von Vigaun nach St. Koloman, unweit des St. Kolomaner Gletscherschliffs.  
Oberalmer Schichten.
- Fig. 7: ***Granularia* (links) und zarte *Chondrites* (Bildmitte).**  
Aufschluß bei Straßenkilometer 5,2 an der Straße von Vigaun nach St. Koloman, unweit des St. Kolomaner Gletscherschliffs.  
Oberalmer Schichten.
- Fig. 8: **Unzureichend charakteristische *Scolicia*(?)-Spur (rechts im Bild) sowie zahlreiche zylindrische Grabgänge, die *Thalassinoides* nahestehen dürften.**  
Aufschlußpunkt 94/3, Steinbruch Rieger.  
Oberalmer Schichten.

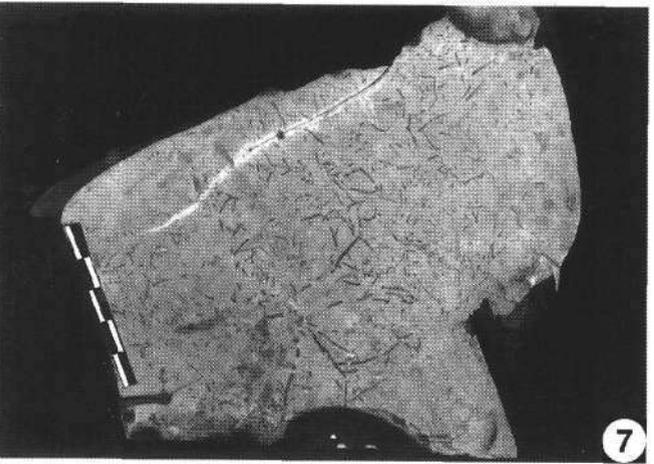
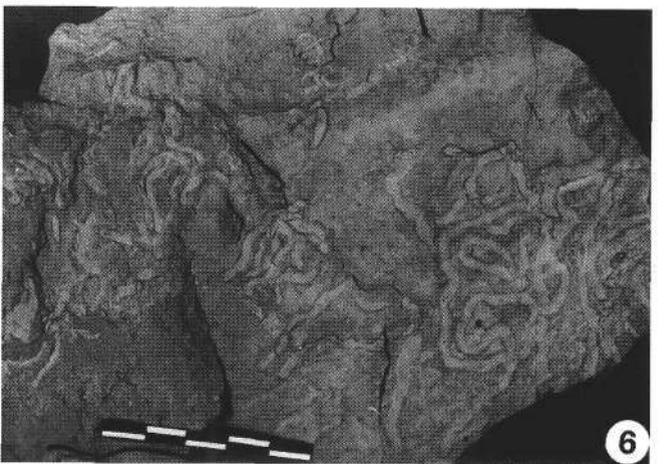
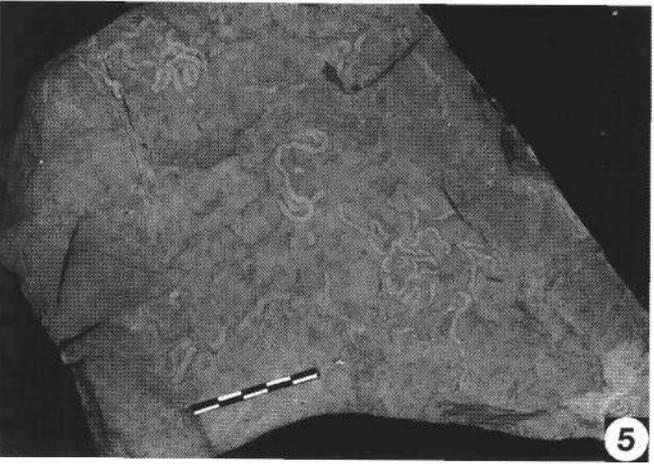
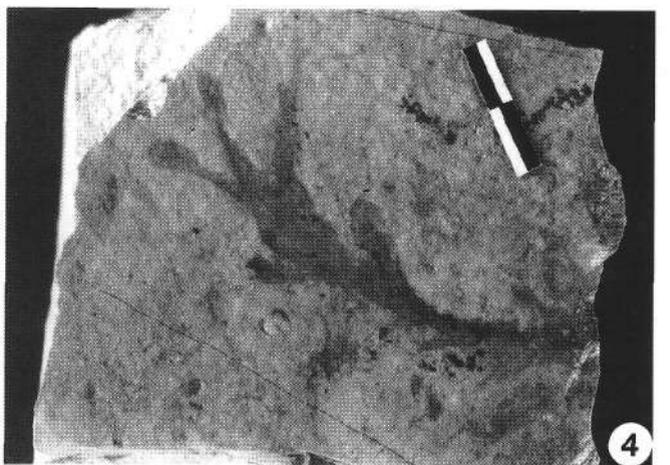
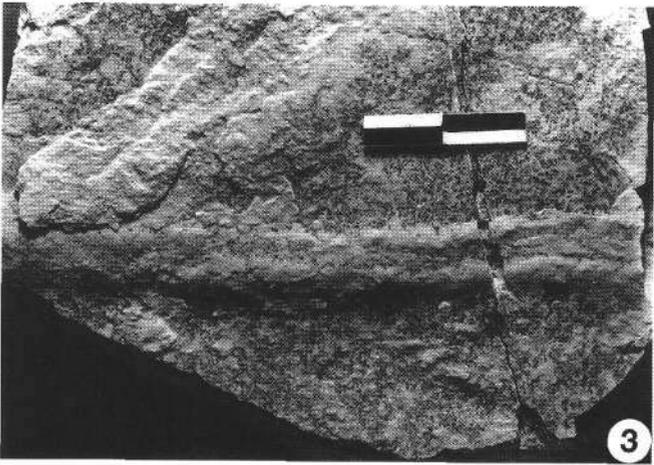
Maßbalken zeigen cm-Teilung.



## Tafel 5

- Fig. 1,2: ***Subphyllochora***.  
Vermutlich Schnecken-Kriechspur, die u.a. auch im Rhenodanubischen Flysch häufig ist.  
Aufschlußpunkt 94/3, Steinbruch Rieger.  
Oberalmer Schichten.
- Fig. 3: **Wenig charakteristische *Scolicia*-(?)Schnecken-Kriechspur.**  
Aufschlußpunkt 94/4, Steinbruch Leitner.  
Oberalmer Schichten.
- Fig. 4: ***Chondrites* s.l. (*Fucoides* im historischen Sinn).**  
Aufschlußpunkt 94/23, Steinbruch Schorn.  
(?) Oberalmer Schichten.
- Fig. 5: ***Phycoides*.**  
Unregelmäßig mäandrierende, schichtparallele Weidespuren.  
Mergelige untere Roßfeld-Schichten unweit Weißenbach bei Kuchl, Straßenaufschluß unterhalb Berggasthof „Schöne Aussicht“.
- Fig. 6: ***Phycoides*.**  
Unregelmäßig mäandrierende, schichtparallele Weidespur; z.T. deutlich ausgeprägte Thigmotaxis.  
Mergelige Roßfeld-Schichten bei der Steigbachbrücke, ca. 1,5 km westlich von Weißenbach bei Kuchl.
- Fig. 7,8: ***Chondrites* s.l.**  
Zylindrische Grabbauten.  
Aufschlußpunkt 82/90, Kesselgraben. Forststraße im klassischen Aufschlußgebiet der Tauglboden-Schichten, etwa 150 m unterhalb der Wasserfall-Spitzkehre.

Maßbalken zeigen cm-Teilung.

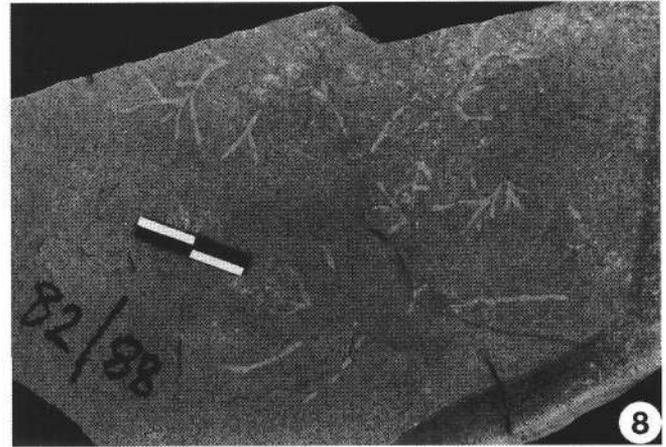
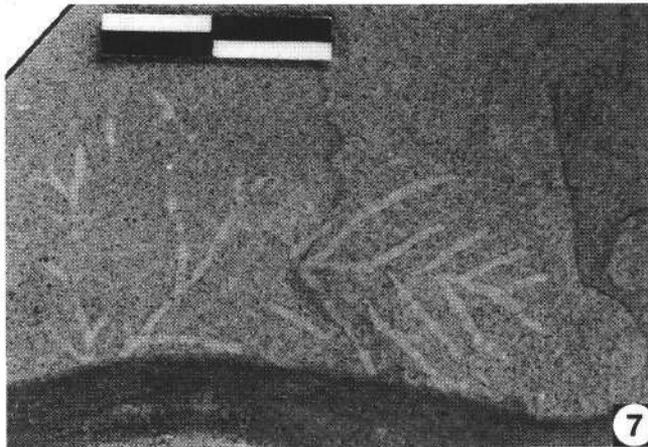
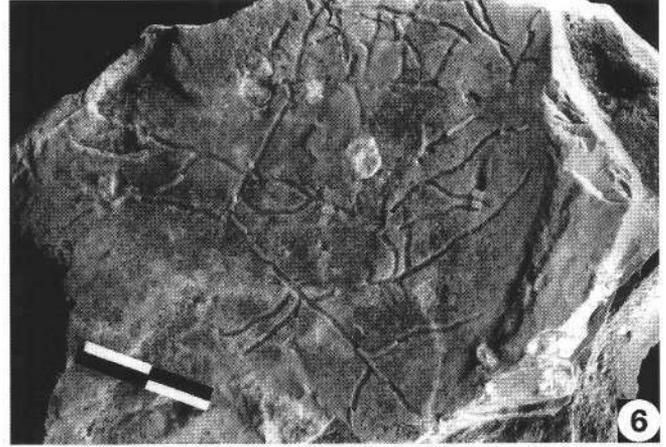
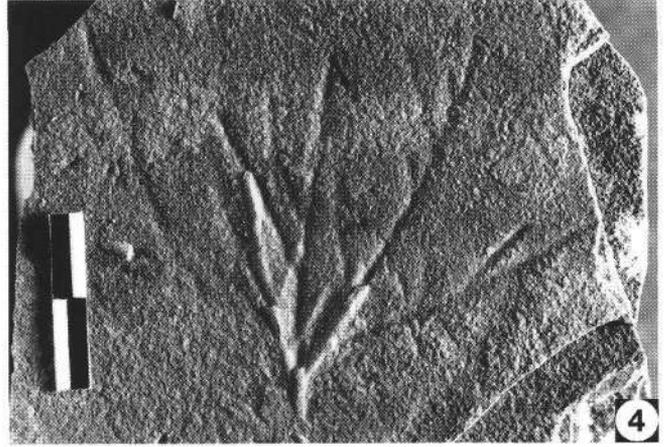
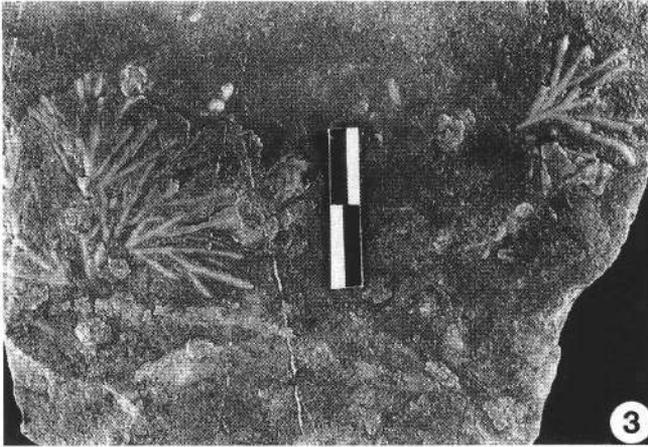
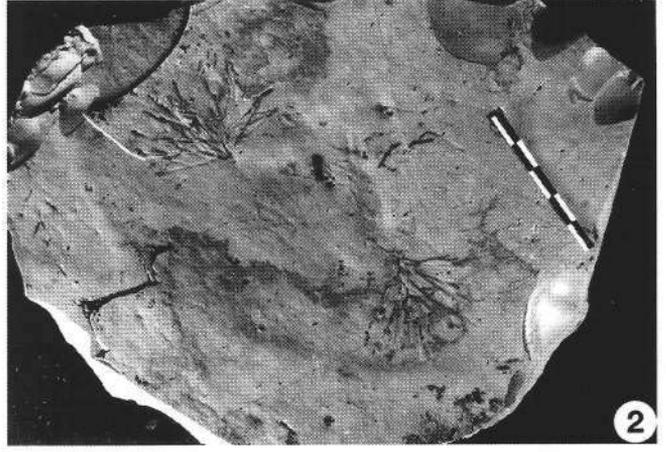
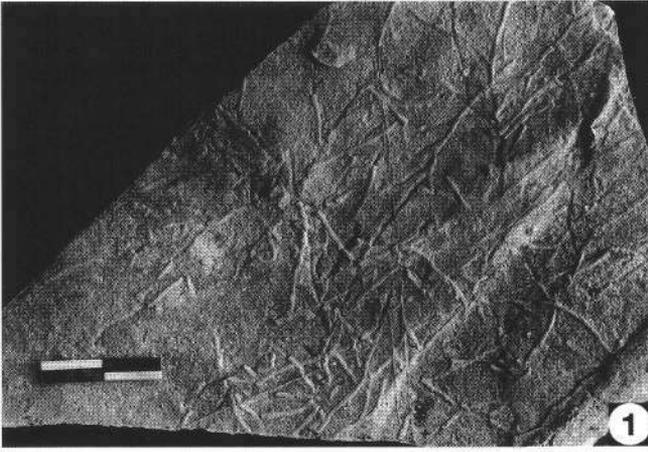


## Tafel 6

*Chondrites* s.l.  
Zylindrische Grabbauten.

- Fig. 1;2: ***Chondrites* s.l.**  
Zylindrische Grabbauten.  
Aufschlußpunkt 82/91, Straße von Hinterer Trattbergalm zur Moosangeralm, etwa 700 m vom Parkplatz Hintere Trattbergalm entfernt.  
Oberalmer Schichten.
- Fig. 2,3: ***Chondrites* s.l.**  
Zylindrische Grabbauten.  
Aufschlußpunkt 94/23, Steinbruch Schorn.  
(?) Oberalmer Schichten.
- Fig. 4: ***Chondrites* s.l.**  
Zylindrische Grabbauten.  
Aufschlußpunkt 82/86, Straßenaufschluß in Haarnadelkurve an Straße von St. Koloman nach Sommerau, wo die Straße den Kolomanbach quert.  
Oberalmer Schichten.
- Fig. 5: ***Chondrites* s.l.**  
Zylindrische Grabbauten.  
Straße von Vigaun nach St. Koloman, Straßen-km 5,2, unweit des St. Kolomaner Gletscherschliffe.  
Oberalmer Schichten.
- Fig. 6: ***Chondrites* s.l.**  
Zylindrische Grabbauten.  
Aufschlußpunkt 82/89, Etwa 2 km NW Kuchl an Forststraße 700 m ENE Ausfluggasthof Gschwandt.  
Schrambach-Schichten.
- Fig. 7.8: ***Chondrites* s.l.**  
Zylindrische Grabbauten.  
Aufschlußpunkt 82/88, Steigbachbücke ca. 600 m WSW des Schleierfalles bei Kuchl.  
Roßfeld-Schichten.

Maßbalken zeigen cm-Teilung.

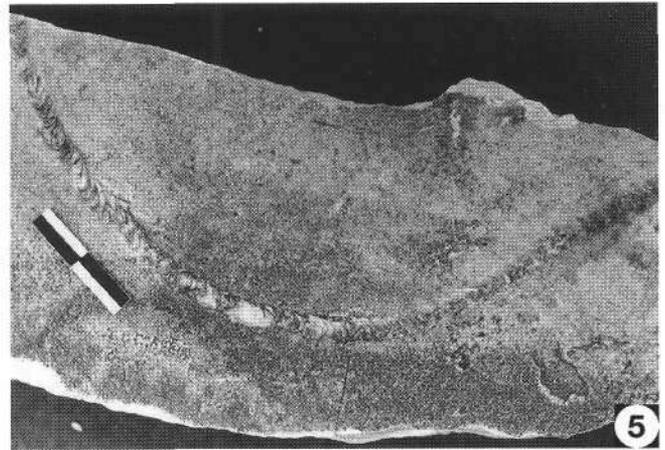
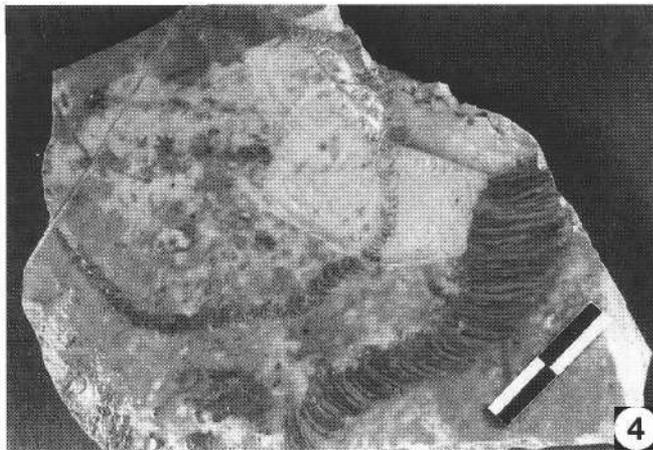
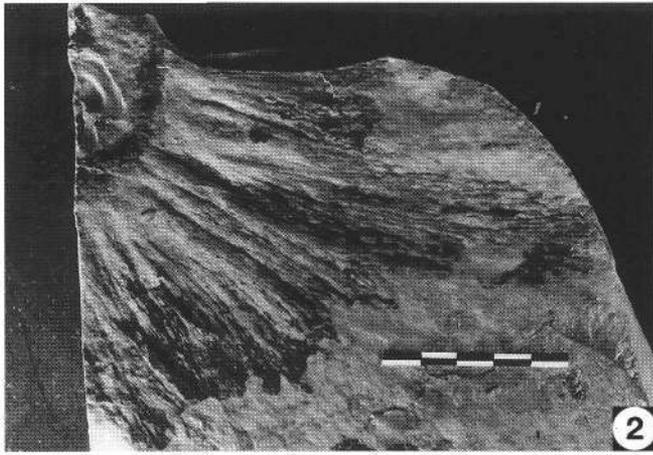
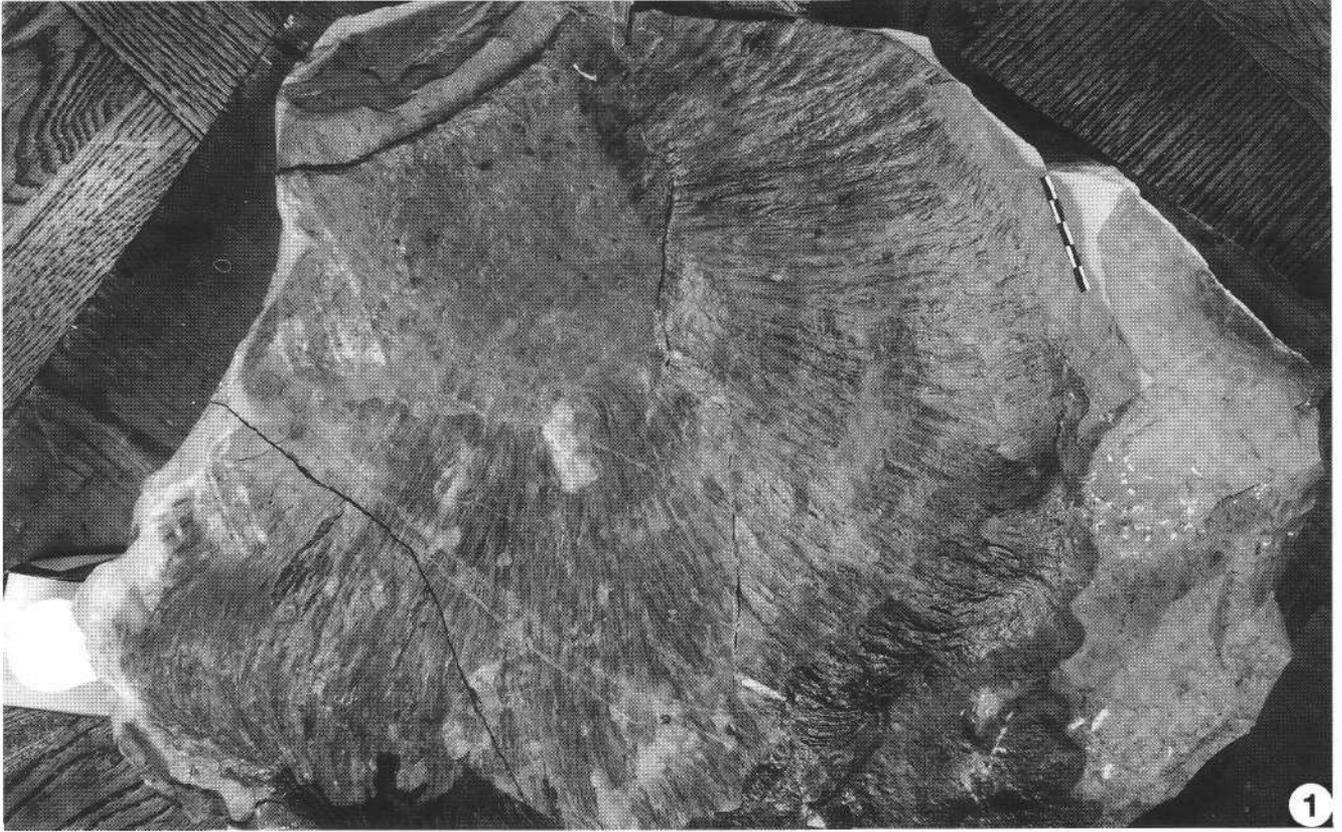


## Tafel 7

### Zoophycos-Spreitenbauten.

- Fig. 1: **Flacher Zoophycos.**  
Aufschlußpunkt 94/1, Steinbruch Grillenberg bei Haslach.  
Oberalmer Schichten.
- Fig. 2: **Zoophycos.**  
Aufschlußpunkt 94/23, Steinbruch Schorn.  
Oberalmer Schichten.
- Fig. 3: **Spreiten von Zoophycos(?).**  
Aufschlußpunkt 94/21, Steinbruch Wieser.  
Oberalmer Schichten.
- Fig. 4: **Verschiedene Schnittebenen durch Zoophycos.**  
Aufschlußpunkt 94/20, Steinbruch Rettenbacher.  
Oberalmer Schichten.
- Fig. 5: **Spreiten von Zoophycos(?).**  
Aufschlußpunkt 94/4, Leitnerbruch.

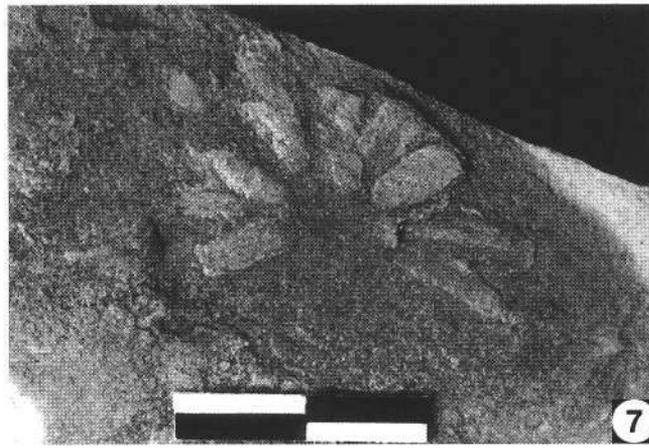
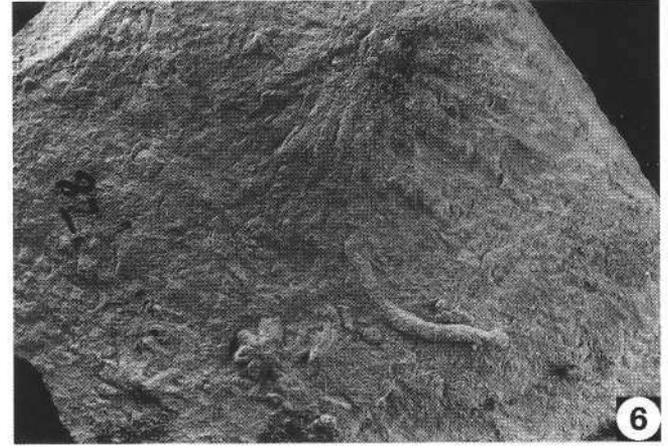
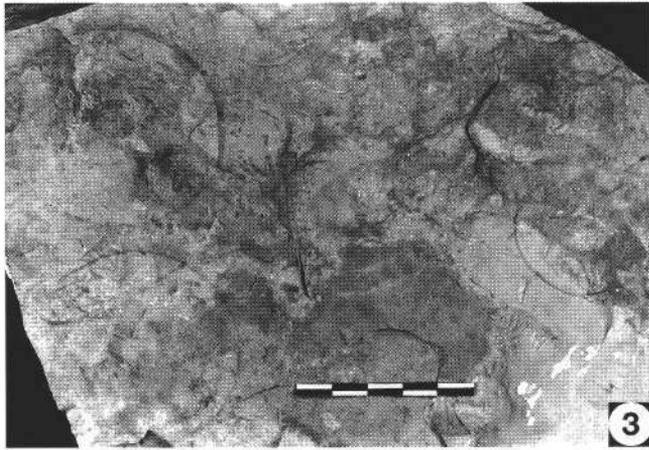
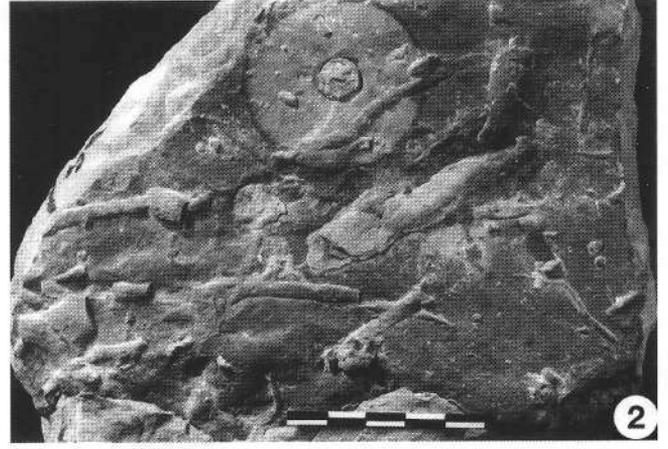
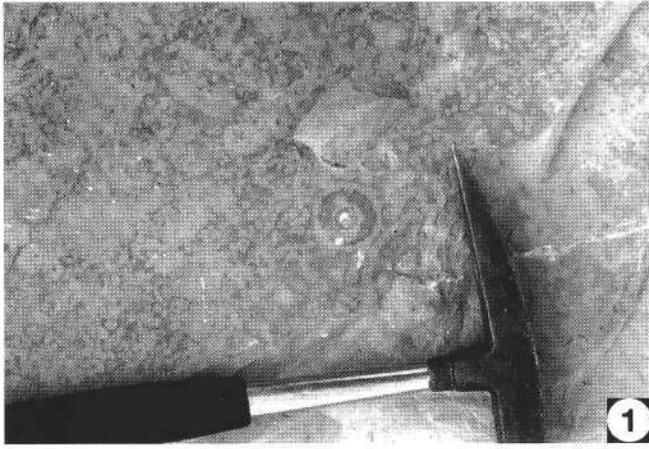
Maßbalken zeigen cm-Teilung.



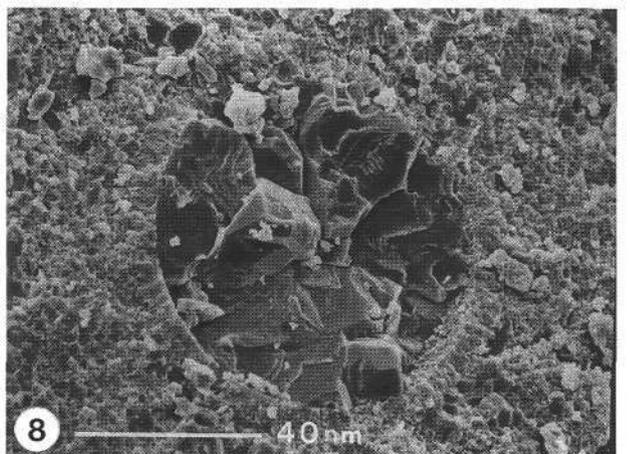
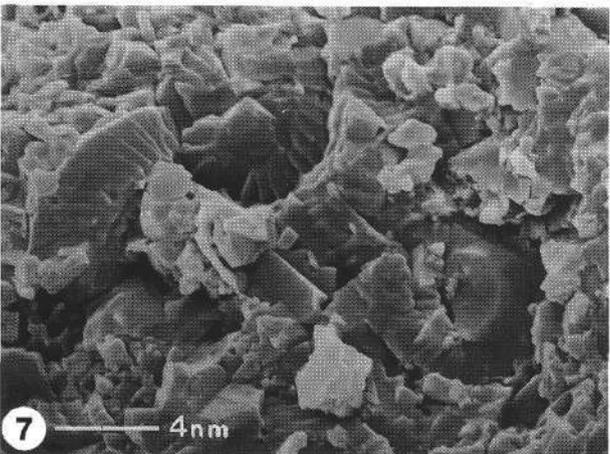
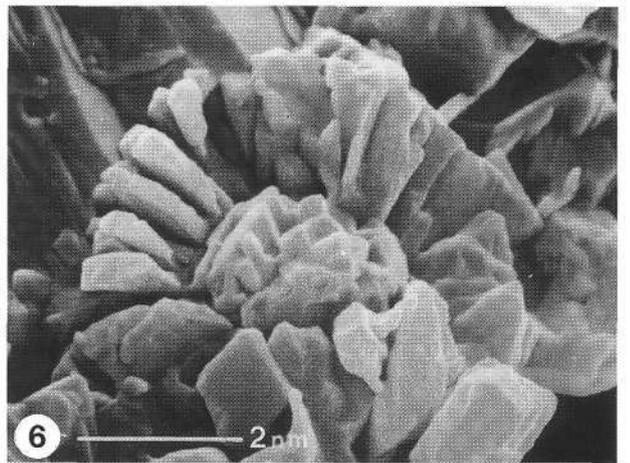
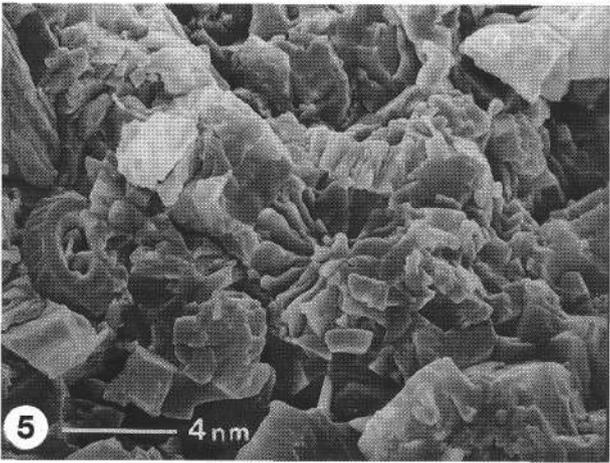
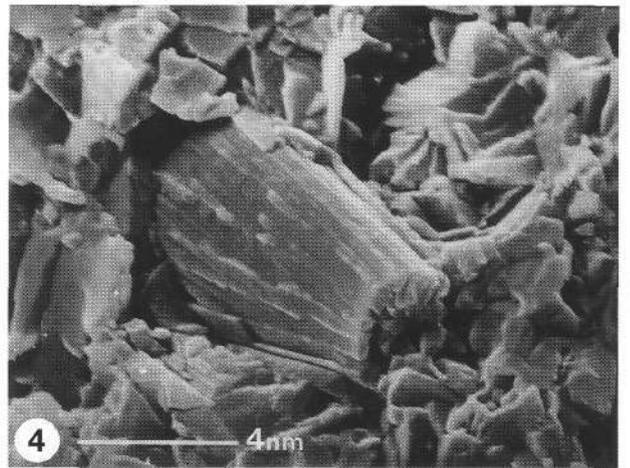
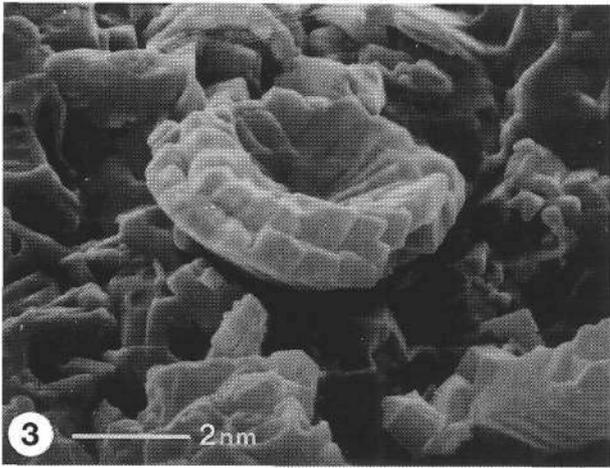
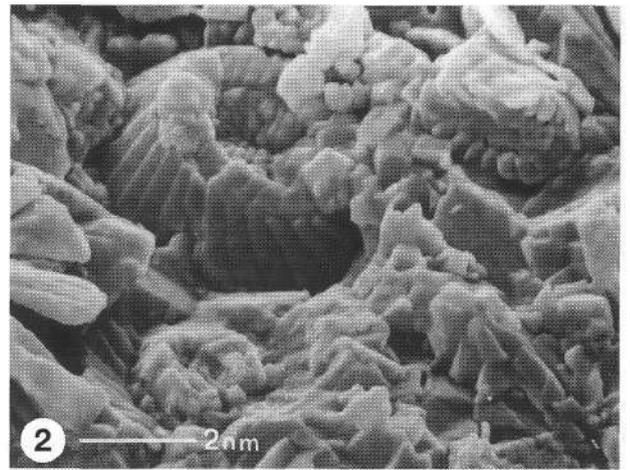
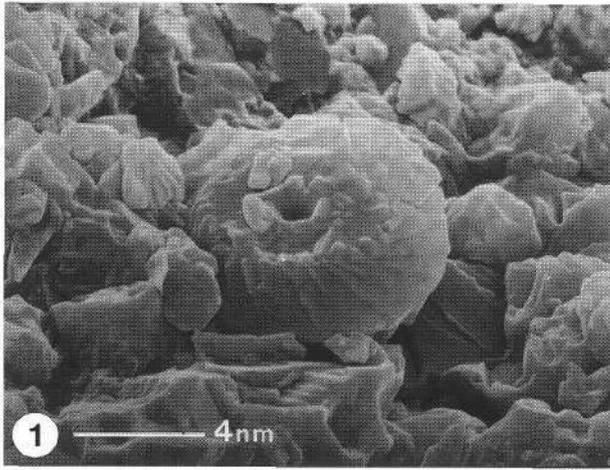
## Tafel 8

- Fig. 1. **Schichtfläche mit (?) Entgasungs-Mustern sowie der (?) Lebensspur *Laevicyclus*.**  
Aufschlußpunkt 94/22, Steinbruch Schorn.  
Oberalmer Schichten.
- Fig. 2: **Schichtfläche mit *Laevicyclus*,**  
einer problematischen Lebensspur, die von SEILACHER als Wurmbau gedeutet wird; von Weidespuren überlagert.  
Aufschlußpunkt 94/4, Steinbruch Leitner nördlich von Puch bei Hallein.  
Oberalmer Schichten.
- Fig. 3: **Mehrere Schnitte von *Laevicyclus*.**  
Aufschlußpunkt 94/22, Steinbruch Schorn beim Gehöft Hintersteiner.  
Oberalmer Schichten.
- Fig. 4: **Dreidimensionale Ansicht von *Laevicyclus*.**  
Aufsicht kombiniert mit tangentialem Vertikalschnitt.  
Lokalität wie Fig. 3.  
Die Bildlänge beträgt 18 cm.
- Fig. 5: **Sternförmige Lebensspur indet.**  
Aufschlußpunkt 94/21, Steinbruch Wieser, SE St. Koloman.  
Oberalmer Schichten.  
Die Bildlänge beträgt 6 cm.
- Fig. 6,7: **Sternförmige Lebensspur indet.**  
Aufschlußpunkt 82/88, Steigbachbrücke WSW der Schleierfälle bei Kuchl.  
Schrambach-Schichten.  
Die Bildlänge von Fig. 6 beträgt 7 cm.
- Fig. 8: **Sternförmige Lebensspuren indet.**  
Straße von Vigaun nach St. Koloman, Straßen-km 5,2, unweit des St. Kolomaner Gletscherschliffs.  
Oberalmer Schichten (Unter-Berrias).

Maßbalken zeigt cm-Teilung





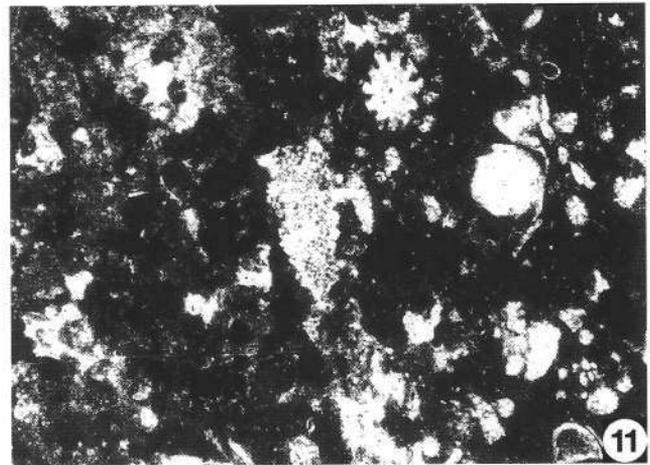
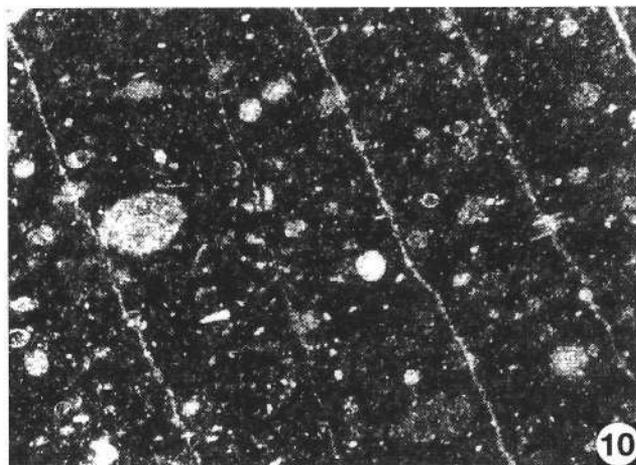
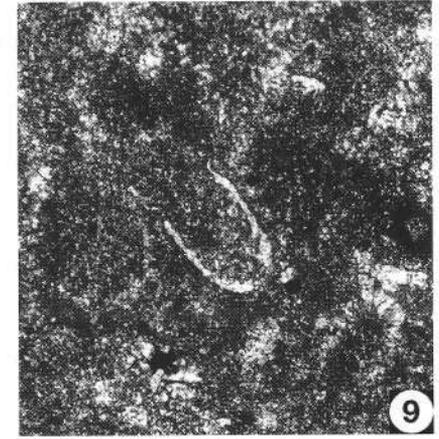
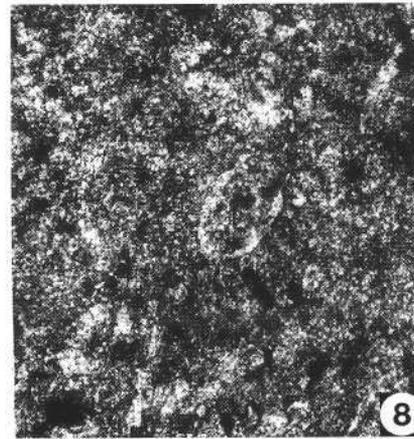
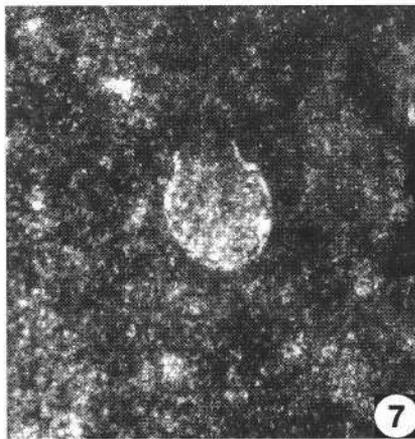
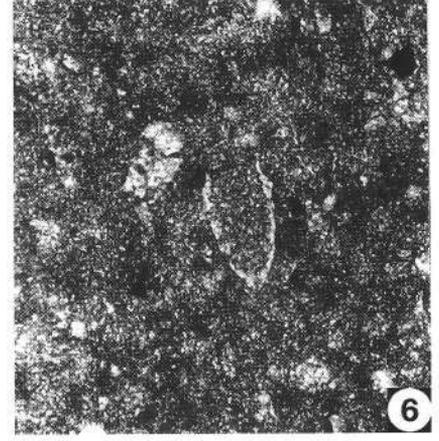
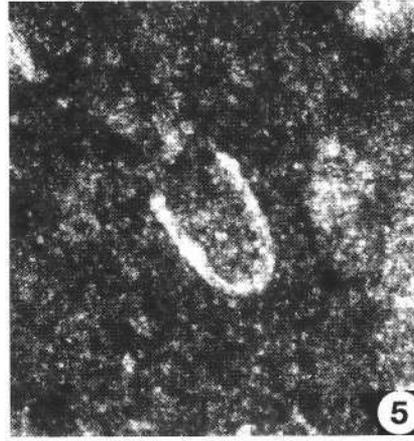
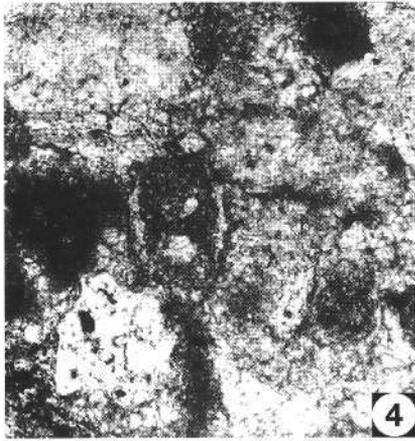
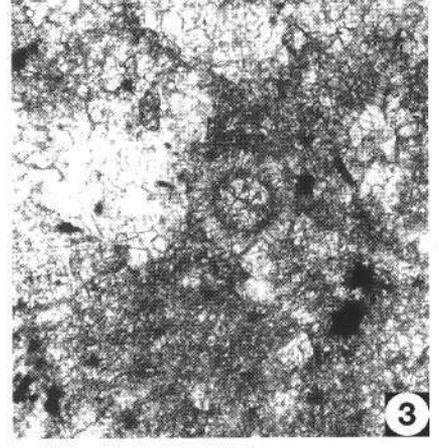
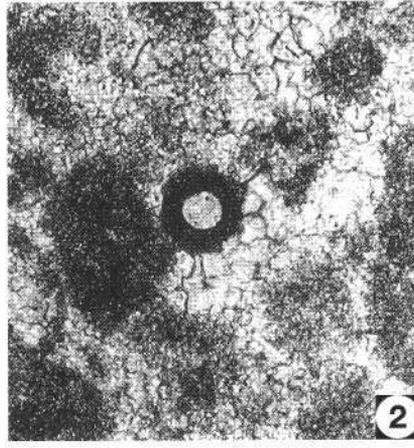
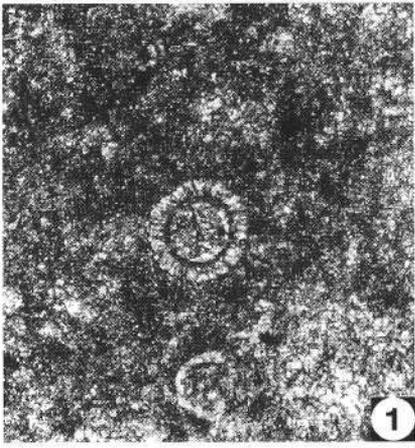


## Tafel 10

Calpionelliden (Fig. 1–9) und Mikrofazies (Fig. 10,11).

- Fig. 1: *Colomisphaera lapidosa* (VOGLER).  
Oberalmer Schichten des Steinbruchs Rettenbacher.  
Aufschlußpunkt 94/20 (Probe 2).
- Fig. 2: *Cadosina salebrosa* REHANEK.  
(?) Schrambach Schichten im Steinbruch Renger.  
Aufschlußpunkt 94/18.
- Fig. 3: *Colomisphaera nagy* BORZA.  
Oberalmer Schichten.  
Schrambachgraben, Probe 4.
- Fig. 4: *Crassicollaria intermedia* (DURAND DELGA).  
Oberalmer Schichten.  
Schrambachgraben, Probe 4.
- Fig. 5: *Crassicollaria massutiniana* (COLOM).  
Aufschlußpunkt 94/20 (Probe 2).  
Oberalmer Schichten des Steinbruchs Rettenbacher.
- Fig. 6: *Crassicollaria parvula* REMANE.  
Aufschlußpunkt 94/21.  
Oberalmer Schichten des Steinbruchs Wieser.
- Fig. 7: *Calpionella alpina* LORENZ.  
Aufschlußpunkt 94/21.  
Oberalmer Schichten des Steinbruchs Wieser.
- Fig. 8: *Calpionella elliptica* CADISCH.  
Aufschlußpunkt 94/20.  
(?) Oberalmer Schichten im Steinbruch Rettenbacher.
- Fig. 9: *Tintinnopsella carpathica* (MURGEANU & FILIPESCU).  
Aufschlußpunkt 94/25.  
(?) Oberalmer Schichten im „Lunzenbruch“.
- Fig. 10: Radiolarien/Calpionellen-Mikrit.  
Aufschlußpunkt 94/21 (Probe 94/3/2).  
Oberalmer Schichten des Steinbruchs Wieser.
- Fig. 11: Radiolarien/Calpionellen/Echinodermen-Mikrit.  
Aufschlußpunkt 94/3 (Probe 94/3/2).  
Oberalmer Schichten des Steinbruchs Rieger.

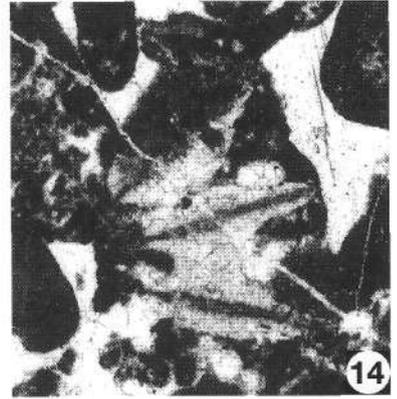
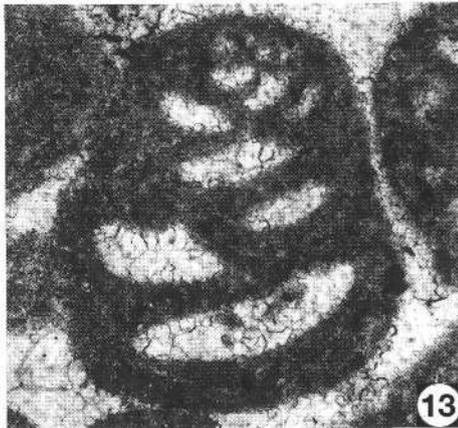
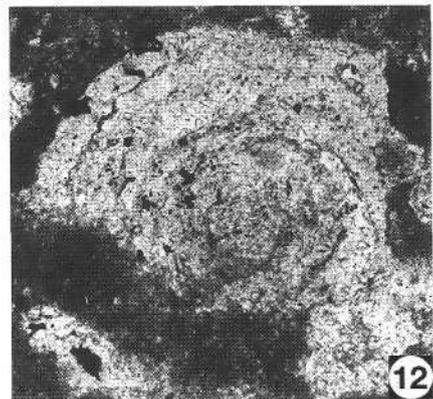
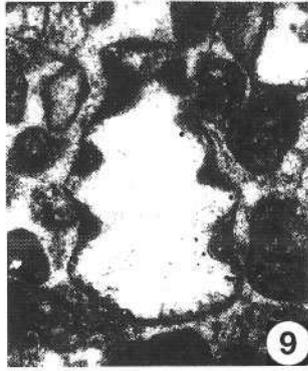
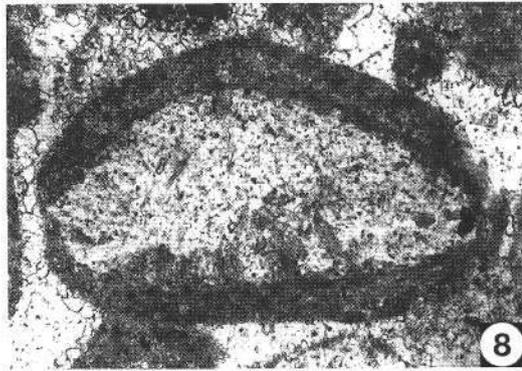
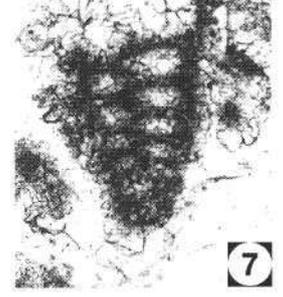
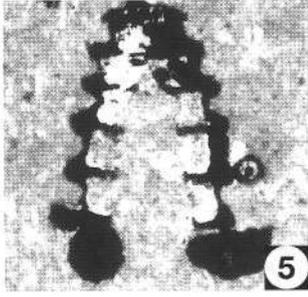
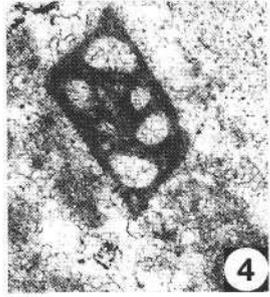
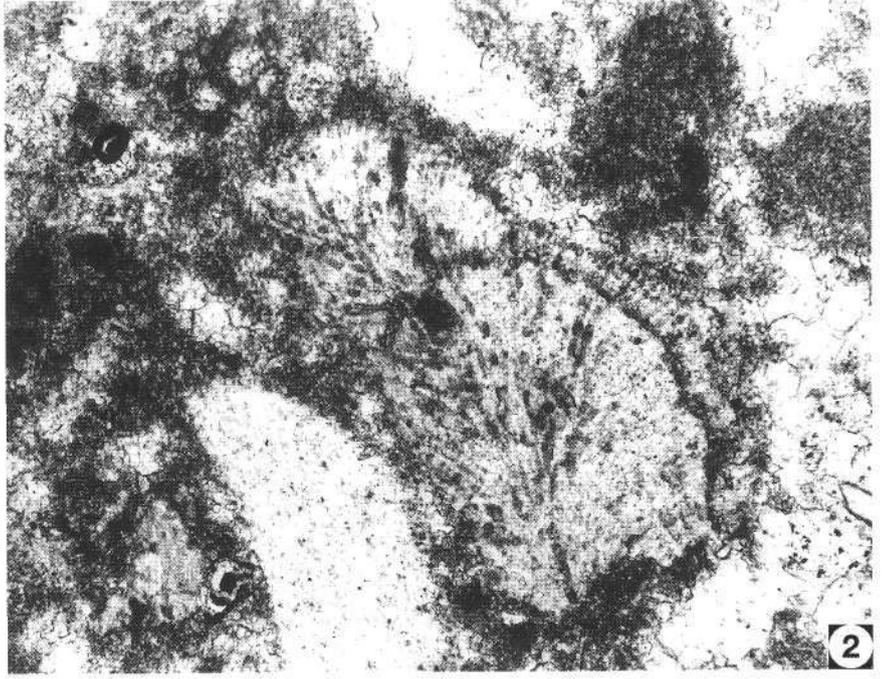
Vergrößerung: Fig. 1–9: 250 X; Fig. 10,11: 50 X.



## Tafel 11

### Foraminiferen und Kalkalgen der Oberalmer Schichten und von zwischengeschalteten allodapischen Barmsteinkalkalgen.

- Fig. 1: ***Nautiloculina* sp.**  
Aufschlußpunkt 94/4.  
Barmsteinkalk des Steinbruchs Leitner.  
Dünnschliff 94/4F; Vergr. 136×.
- Fig. 2: ***Ethelia alba* PFENDER.**  
Aufschlußpunkt 94/4E.  
Oberalmer Schichten des Steinbruchs Leitner.  
Vergr. 136×.
- Fig. 3: ***Spirillina* sp.**  
Oberalmer Schichten an der Straße von Vigaun nach St. Koloman; Straßen-km 5,2.  
Dünnschliff; Vergr. 136×.
- Fig. 4: ***Miliolina*.**  
Wie Fig. 1.  
Dünnschliff 94/4F; Vergr. 136×.
- Fig. 5: ***Parvicingula* sp. (pyritisierte Radiolarie).**  
Aufschlußpunkt 94/20.  
Oberalmer Schichten des Steinbruchs Rettenbacher.  
Dünnschliff; Vergr. 208×.
- Fig. 6: ***Dorothia* cf. *kummi* (ZEDLER).**  
Wie Fig. 1.  
Dünnschliff 94/4F; Vergr. 136×.
- Fig. 7: ***Dorothia* sp.**  
Wie Fig. 2.  
Dünnschliff 94/4E; Vergr. 53×.
- Fig. 8: ***Trocholina valdensis* (REICHEL).**  
Aufschlußpunkt 94/4.  
Barmsteinkalk des Steinbruchs Leitner.  
Dünnschliff 94/4I; Vergr. 136×.
- Fig. 9: ***Trocholina* sp.**  
Wie Fig. 8.  
Dünnschliff 94/4I; Vergr. 53×.
- Fig. 10: **?*Bullimina* sp.**  
Aufschlußpunkt 94/18.  
Rengerbruch, Oberalmer Schichten.  
Dünnschliff 94/18; Vergr. 102×.
- Fig. 11: ***Textulariidae*.**  
Wie Fig. 1.  
Dünnschliff 94/4F; Vergr. 53×.
- Fig. 12: ***Spirillina* sp.**  
Oberalmer Schichten an Straße von Vigaun nach St. Koloman; Straßen-km 5,2.  
Dünnschliff-Vergr. 136×.
- Fig. 13: ***Pfenderina* sp.**  
Wie Fig. 8.  
Dünnschliff 94/4I; Vergr. 136×.
- Fig. 14: ***Clypeina jurassica* FAVRE.**  
Wie Fig. 1.  
Dünnschliff-Vergr. 53×.

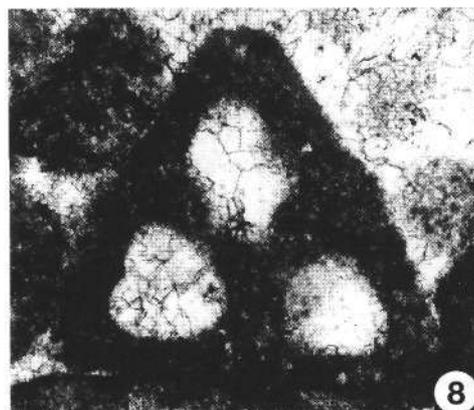
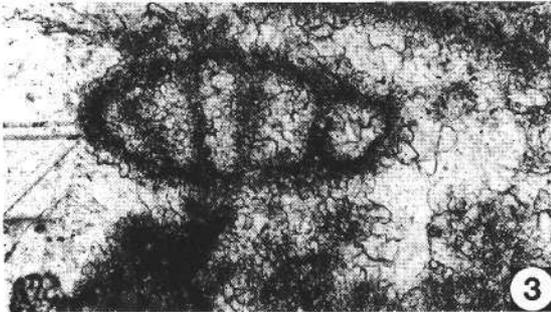
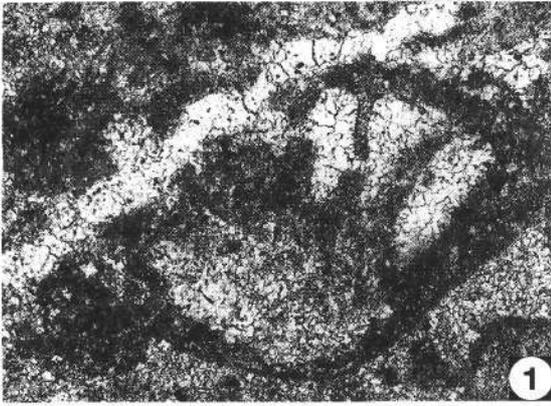


## Tafel 12

Foraminiferen und das Mikroproblematikum *Tubiphytes morronensis*  
aus den allodapischen Barmsteinkalkalgen des Steinbruchs Leitner.

Aufschlußpunkt 94/4.

- Fig. 1,2: ***Protopeneroplis trochangulata* SEPTFONTAINE.**  
Dünnschliff 94/4F; Vergr. 136×.
- Fig. 3: ***Fauritilla frequens* MAYNC.**  
Dünnschliff 94/4F; Vergr. 136×.
- Fig. 4: ***Tubiphytes morronensis* CRESCENTI.**  
Dünnschliff 94/4I; Vergr. 53×.
- Fig. 5: ***Pseudoeggerella* sp. (Pfenderinidae).**  
Wie Fig. 4.  
Vergr. 53×.
- Fig. 6: **? *Pseudoeggerella* sp.**  
Wie Fig. 1.  
Vergr. 136×.
- Fig. 7: ***Valulina cf. lugeoni* SEPTFONTAINE.**  
Wie Fig. 1.  
Vergr. 136×.
- Fig. 8: ***Tritaxia* oder *Verneuillina* sp.**  
Wie Fig. 4.  
Vergr. 136×.
- Fig. 9: ***Charenthia* sp.**  
Wie Fig. 1.  
Vergr. 136×.
- Fig. 10: **? *Pfenderina* sp.**  
Wie Fig. 1.  
Vergr. 53×.



## Literatur

- ABEL, O.: Vorzeitliche Lebensspuren. – 644 S., Jena (G. Fischer) 1935.
- CHAMBERLAIN, C.K.: Bathymetry and paleoecology of Ouachita geosyncline of southeastern Oklahoma as determined by trace fossils. – AAPG Bull., **55**, 34–50, Tulsa 1971.
- DIERSCHKE, V.: Die Radiolarite des Oberjura im Mittelabschnitt der Nördlichen Kalkalpen. – Geotekt. Forsch., **58**, 217 S., Stuttgart 1980.
- FAUPL, P. & TOLLMANN, A.: Die Roßfeldschichten: Ein Beispiel für Sedimentation im Bereich einer tektonisch aktiven Tiefseerinne aus der kalkalpinen Unterkreide. – Geol. Rdsch., **68**, 93–120, Stuttgart 1979.
- FENNINGER, A. & HOLZER, H.L.: Fazies und Paläogeographie des oberostalpinen Malm. – Mitt. Geol. Ges., **63**, Jg. 1970, 52–141, Wien 1972.
- FLÜGEL, H. & FENNINGER, A.: Die Lithogenese der Oberalmer Schichten und der mikritischen Plassen-Kalke (Tithonium, Nördliche Kalkalpen). – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **123**, 249–280, Stuttgart 1966.
- FLÜGEL, H. & PÖLSLER, P.: Lithogenetische Analyse der Barmstein-Kalkbank B<sub>2</sub> nordwestlich von St. Koloman bei Hallein (Tithonium, Salzburg). – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., 513–527, Stuttgart 1965.
- FUCHS, Th.: Über die Entstehung der Aptychenkalke. – Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-naturwiss. Kl., Abt. I, **76** (Jg. 1877), 329–334, Wien 1878.
- FUCHS, Th.: Studien über Fucoiden und Hieroglyphen. – Denkschr. k. Akad. Wiss., mathem.-naturwiss. Kl., **62**, 369–448, Wien 1895.
- FÜRSICH, F.T.: Corallian (Upper Jurassic) trace fossils from England and Normandy. – Stuttgarter Beitr. Naturkde, Serie B, **13**, 1–52, Stuttgart 1974.
- FÜRSICH, F.T.: Corallian (Upper Jurassic) trace fossils from England and Normandy. – Stuttgarter Beitr. Naturkde., Serie B, **13**, 1–52, Stuttgart 1974.
- GARRISON, R.E.: Pelagic limestones of the Oberalm beds (Upper Jurassic-Lower Cretaceous), Austrian Alps. – Bull. Canad. Petrol. Geol., **15**, 21–49, Calgary 1967.
- GARRISON, R.E. & FISCHER, A.G.: Deep-water limestones and radiolarites of the Alpine Jurassic. – Soc. Econ. Paleont. Miner., Spec. Publ., **14**, 20–56, Tulsa 1969.
- GÖTZINGER, G. & BECKER, H.: Zur geologischen Gliederung des Wienerwaldflysches (Neue Fossilfunde). – Jb. Geol. B.-A., **82**, 343–396, Wien 1932.
- GÜMBEL, C.W.: Geognostische Beschreibung des bayerischen Alpengebirges und seines Vorlandes. – XX+950 S., Gotha (Justus Perthes) 1861.
- HÄNTZSCHEL, W.: Trace fossils and problematica. – In: Treatise on Invertebrate Paleontology, Part W, Suppl. 1, S. W1–W269, Boulder-Lawrence 1975.
- KENNEDY, W.J.: Trace fossils in carbonate rocks. – In: FREY, R.W. (Ed.): The Study of Trace Fossils, 377–398, Berlin–Heidelberg–New York (Springer) 1975.
- KERN, J.P.: Trails from the Vienna Wood: paleoenvironments and trace fossils of Cretaceous to Eocene Flysch, Vienna, Austria. – Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol., **23**, 231–262, Amsterdam 1978.
- KIESLINGER, A.: Die nutzbaren Gesteine Salzburgs. – Mitt. Ges. Salzburger Landeskunde, 4. Ergbd., 436 S., Salzburg/Stuttgart 1964.
- LILL v. LILIENBACH, A.: Ein Durchschnitt aus den Alpen, mit Hindeutungen auf die Karpathen. – Jb. Mineral., Geognosie etc., **1**, 153–220, Heidelberg 1830.
- LILL v. LILIENBACH, A.: Mittheilungen an Professor BRONN gerichtet. – Jb. Mineral., Geognosie etc., **2**, 74–79, Heidelberg 1831.
- LIPOLD, M. V.: Der Salzberg am Dürnberg nächst Hallein. – Jb. Geol. R.-A., **5**, 590–610, Wien 1854.
- LOBITZER, H. et al.: Bestandsaufnahme der Vorkommen von Kalk und Dolomit im Bundesland Salzburg. – Unveröff. Bericht Geol. B.-A., 167 S., Wien 1982.
- MEISCHNER, K.D.: Allodapische Kalke, Turbidite in riffnahen Sedimentations-Becken. – Developm. in Sedimentol., **3**, 156–191, Amsterdam 1964.
- MORLOT, A. v.: Erläuterungen zur geologischen Übersichtskarte der nordöstlichen Alpen. Ein Entwurf zur vorzunehmenden Bearbeitung der physikalischen Geographie und Geologie ihres Gebietes. – VIII+ 212 S., 1 kol. Faltprofil, Wien (Braumüller u. Seidel) 1847.
- PICHLER, H.: Geologische Untersuchungen im Gebiet zwischen Roßfeld und Markt Schellenberg im Berchtesgadener Land. – Beih. Geol. Jb., **48**, 129–204, Hannover 1963.
- PLÖCHINGER, B.: Argumente für die intramalmische Eingleitung von Hallstätter Schollen bei Golling (Salzburg). – Verh. Geol. B.-A., **1979**, H. 2, 181–194, Wien 1979.
- PLÖCHINGER, B.: Gravitativ transportiertes permisches Haselgebirge in den Oberalmer Schichten (Tithonium, Salzburg). – Verh. Geol. B.-A., **1974**, 71–88, Wien 1974.
- PLÖCHINGER, B.: Die Untersuchungsbohrung Gutrathsberg B1 südlich St. Leonard im Salzachtal (Salzburg). – Verh. Geol. B.-A., **1977**, 3–11, Wien 1977.
- PLÖCHINGER, B.: Geologische Karte der Republik Österreich 1 : 50.000, Blatt 94 Hallein. – Wien (Geol. B.-A.) 1987. Erläuterungen zu Blatt 94 Hallein. – 76 S., Wien (Geol. B.-A.) 1990.
- POWICHROWSKI, L.K.: Trace fossils from the Helminthoid Flysch (Upper Cretaceous-Paleocene) of the Ligurian Alps (Italy): development of deep marine ichnoassociations in fan and basin plain environments. – Eclogae geol. Helv., **82/2**, 385–411, Basel 1989.
- SCHLAGER, M.: Bericht 1957 über geologische Aufnahmen auf Blatt Hallein (94). – Verh. Geol. B.-A., **1958**, 252–259, Wien 1958.
- SCHLAGER, M.: Bericht 1958 über geologischen Aufnahmen auf den Blättern Hallein (94) und Salzburg (63). – Verh. Geol. B.-A., **1959**, A70–A80, Wien 1959.
- SCHLAGER, W. & M.: Clastic sediments associated with radiolarites (Tauglboden-Schichten, Upper Jurassic, Eastern Alps). – Sedimentology, **20**, 65–89, Amsterdam 1973.
- SCHMIDT, M.: Cyclozoon philippi und verwandte Gebilde. – Heidelberger Akad. Wiss., mathem.-naturwiss. Kl., Sitzber., Teil 6, 31p., Heidelberg 1934.
- SEILACHER, A.: Flysch trace fossils: Evolution of behavioural diversity in the deep-sea. – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1974**, 233–245, Stuttgart 1974.
- SEILACHER, A.: Use of trace fossil assemblages for recognizing depositional environments. – In: BASAN, P.B. (Ed.): Trace fossil concepts. Short Course Soc. Econ. Paleont. Mineral., **5**, 167–180, Tulsa 1978.
- SIEBER, R.: Paläontologisch-stratigraphische Arbeiten in der nördlichen Grauwackenzone und den Kalkalpen (Bericht 1962). – Verh. Geol. B.-A., **1963**, A73–A74, Wien 1963.
- STEIGER, T.: Kalkturbidite im Oberjura der Nördlichen Kalkalpen (Barmsteinkalke, Salzburg, Österreich). – Facies, **4**, 215–348, Erlangen 1981.
- TEICHERT, C.: Runzelmarken (wrinkle marks). – J. Sed. Pet., **40**, S. 1056, Tulsa 1970.
- TOLLMANN, A.: Monographie der Nördlichen Kalkalpen. Teil II: Analyse des klassischen nordalpinen Mesozoikums. Stratigraphie, Fauna und Fazies der Nördlichen Kalkalpen. – 580 S., Wien (Deuticke) 1976.
- TRUSHEIM, F.: Die Mittenwalder Karwendelmulde. – Wiss. Veröff. Deutsch-Österr. Alpenverein, **7**, 69 S., Innsbruck 1930.
- WEIDICH, K.F.: Die kalkalpine Unterkreide und ihre Foraminiferenfauna. – Zitteliana, **17**, 312 S., München 1990.
- ZAPPE, H.: Mesozoikum in Österreich. – Mitt. Geol. Ges. Wien, **65**, 171–216, Wien 1974.