

**Tektonisch kontrollierte Sedimentation im Unterlias  
der Lienzer Dolomiten (Österreich, Osttirol, Kärnten)**

von

**Joachim BLAU & Thomas SCHMIDT**

mit 3 Abbildungen und 4 Tafeln

Anschrift der Autoren:

Dipl. Geol. Joachim Blau & Dipl. Geol. Thomas Schmidt  
Institut für Angewandte Geowissenschaften  
der Justus Liebig-Universität  
Senckenbergstraße 3  
D-6300 Gießen

## Inhaltsverzeichnis

Summary, Zusammenfassung . . . . .	186
A. Einleitung . . . . .	187
B. Vorkommen liassischer Sedimente in den Lienzer Dolomiten . . . . .	187
C. Schwellenfazies (Lavanter Breccie) . . . . .	190
1. Lavanter Breccie . . . . .	190
1.1. Der Altersumfang der Breccie . . . . .	190
1.2. Ausgewählte Lithotypen der Lavanter Breccie . . . . .	191
a) Hohlräume . . . . .	191
b) Onkoidkalk . . . . .	191
c) Im plastischen Zustand umgelagerte Biomikrite . . . . .	191
D. Übergangsfazies (Bunte Kalke) . . . . .	192
1. Die stratigraphische Stellung der Bunten Kalke . . . . .	192
E. Beckenfazies (Lias-Fleckenmergel) . . . . .	192
1. Amlacher Wiesen Mulde . . . . .	192
2. Stadelwiese . . . . .	193
2.1. Zur Altersstellung der Serie . . . . .	193
2.2. Tektonische Deutung des Vorkommens der Stadelwiese . . . . .	194
F. Paläogeographische Interpretation . . . . .	194
Literatur . . . . .	196

## Summary

In the Ostalpin and Südalpin, the Triassic carbonate platforms broke down during the Lower Lias. This is well documented in the Lienzer Dolomiten (Austria), where two west-ward tilted fault-blocks can be recognized.

The downthrown western part of the eastern block (Stadelwiese) accomodated a normal Lias-Fleckenmergel sedimentation. The synsedimentary fault scarps, which bordered the basin, produced megabreccias with blocks up to several tens of meter in diameter. The sediments deposited on the western block reflect a gradual deepening of the water. The eastern part of the block was affected by synsedimentary faulting which has produced in-situ brecciation of shallow water oncoid limestones (Lavanter Breccie) and neptunian dykes in the underlying Oberrhätalk filled with Lower Liasic red micritic limestone. The effects of faulting disappear towards the W, the breccia passes into variegated limestones (Bunte Kalke) and eventually Lias-Fleckenmergel.

## Zusammenfassung

Die obertriassischen Karbonatplattformen zerbrachen im Ost- und Südalpin endgültig während des Unterlias. Das Ergebnis dieser Entwicklung ist in den Lienzer Dolomiten (Österreich: Osttirol und Kärnten) gut nachweisbar. Hier können zwei nach Westen gekippte Bruchschollen rekonstruiert werden.

Im abgesunkenen Westteil der östlichen Scholle (Stadelwiese) wurden Lias-Fleckenmergel sedimentiert. Von den synsedimentären Bruchstufen, die das Becken begrenzen, wurden grobklastische Resedimente mit Komponenten bis Zehnermeter im

Durchmesser (Talus-Breccien, debris flows) in das Becken geschüttet.

Die Sedimente der westlichen Scholle reflektieren eine zunehmende Eintiefung des Beckens nach Westen. Auf dem östlichen Teil der Scholle bewirkte synsedimentäre Tektonik eine in situ Brecciiierung von Flachwasserkarbonaten und sedimentäre Gänge im unterlagernden Oberrhätalkalk, die mit roten (Bio-)Mikriten verfüllt wurden. Die Auswirkungen der synsedimentären Tektonik verlieren sich gegen Westen, wo die Breccie in die Übergangsfazies der Bunten Kalke und schließlich in die Beckenfazies der Lias-Fleckenmergel übergeht.

### A. Einleitung

Noch in der ausgehenden Trias war fast der gesamte ost- und südalpine Raum von Flachwasserkarbonaten bedeckt. Diese Karbonate umrahmten das Tiefwasserbecken des Hallstätter Faziesraumes (vgl. PREY 1980, Abb. 10). Zu Beginn des Jura wirkte sich das Rifting im Raum des zukünftigen Südpenninischen Ozeans verstärkt auf den ost- und südalpinen Bereich aus.

Die riesige Karbonatplattform wurde von distensiver Tektonik erfaßt; sie zerbrach unter der Bildung von großen Kippschollen analog den Bewegungsvorgängen an heutigen Kontinentalrändern, vermutlich an listrischen Brüchen (MONTADERT et al. 1979). Die ehemals großräumig gegliederten ost- und südalpinen Bereiche wurden in Becken und Schwellen zerlegt, was sich in Form von z.T. extremen Mächtigkeitschwankungen und der faziellen Differenzierung gleichalter Sedimente bemerkbar macht.

Im Südalpin ist diese Konfiguration noch sehr gut erhalten und wurde von einer Reihe von Autoren auch untersucht (WIEDENMAYER 1963; AUBOIN et al. 1964; BERNOULLI 1964; CASTELLARIN 1972; KÄLIN & TRÜMPY 1977; BERNOULLI et al. 1979; WINTERER & BOSELLINI 1981). Im Ostalpin sind die Verhältnisse durch spätere Faltungen und Deckenüberschiebungen verschleiert. U. a. dürften jurassische (? listrische) Brüche zu Überschiebungen transformiert (TRICART & LEMOINE 1986) worden sein.

Eine Arbeitsgruppe am Institut für Angewandte Geowissenschaften in Gießen untersucht derzeit die obertriadische bis kretazische Schichtfolge des Drauzuges, um die sedimentäre und paläotektonische Entwicklung dieses Raumes in dem oben skizzierten paläotektonischen Rahmen zu klären. Diese Arbeit ist die erweiterte Fassung eines bei der 78. Jahrestagung der Geologischen Vereinigung in Jülich ausgestellten Posters (BLAU & SCHMIDT 1988) und stellt die Ergebnisse für den Unterlias der Lienzer Dolomiten dar.

### B. Vorkommen liassischer Sedimente in den Lienzer Dolomiten

Die posttriadischen Serien der Lienzer Dolomiten sind im wesentlichen in zwei E-W-streichenden Muldenzonen, nördlich und südlich der Lienzer Hauptantiklinale, erhalten: der Amlacher Wiesen-Mulde im Norden und der Tscheltschenalm-Mulde im Süden (Lakenalm). Weitere Vorkommen finden sich auf der Stadelwiese und im Westen der Lienzer Dolomiten (vgl. SCHLAGER 1963; van BEMMELEN & MEULENKAMP 1965; HOFFERT 1975).

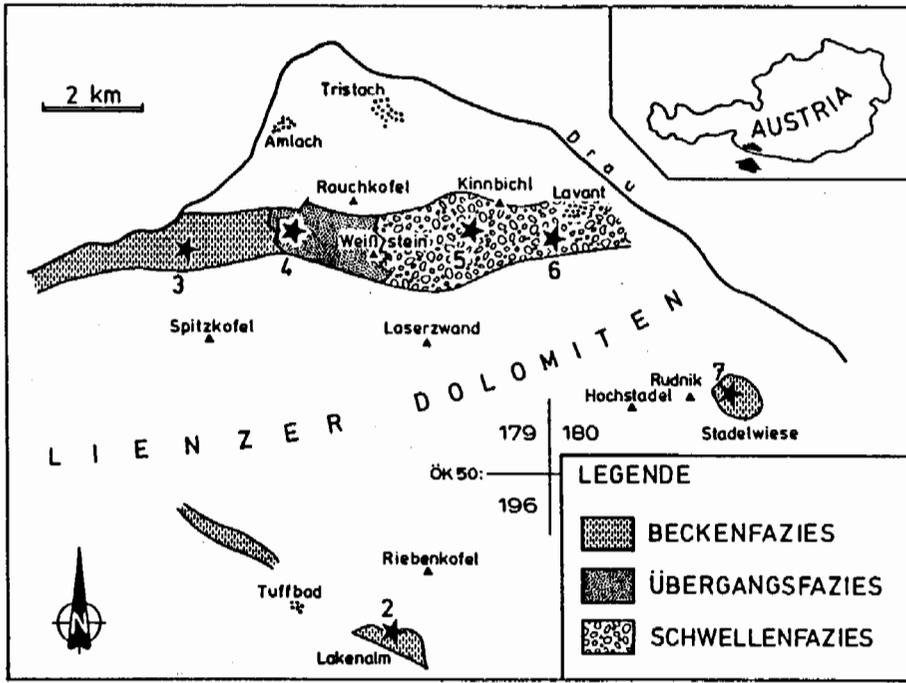


Abb. 1: Faziesverteilung des Unterlias der Lienzer Dolomiten. Dargestellt sind die unmittelbar dem Oberrhätkalk (bzw. den Kössener Schichten) auflagernden Sedimente. Die Schwellenfazies wird durch die Lavanter Breccie markiert, die Übergangsfazies durch die Bunten Kalke; in den Beckenbereichen finden sich Liasfleckenmergel. Die Zahlen beziehen sich auf die Profilnummern in Abb. 2.

Das Hauptaugenmerk dieser Arbeit gilt dem Unterlias (Hettang/Sinemur) der Amlacher Wiesen-Mulde und der Stadelwiese. In diesen Bereichen läßt sich eine ausgeprägte Faziesdifferenzierung beobachten: zwei Beckenbereiche (Liasfleckenmergel-fazies mit großer Mächtigkeit) sind von einem zentralen Schwellenbereich (Lavanter Breccie, reduzierte Mächtigkeit) zu unterscheiden.

### C. Schwellenfazies (Lavanter Breccie)

Im Ostteil der Amlacher Wiesen-Mulde (östlich Lavant bis östlich Weißstein; vgl. Abb. 1) ist eine maximal 20 m mächtige Breccie entwickelt, die

#### 1. Lavanter Breccie

Erstmals beschrieb MARIOTTI (1972a, b) von der Westflanke des Auerlingbaches (SW' Lavant) eine Breccie aus vielfarbenem Kalk, die den tiefgründig verkarsteten Oberrhätkalk ausfüllen soll.

BLAU (1987a) wies darauf hin, daß sich aus dem sedimentologischen Befund

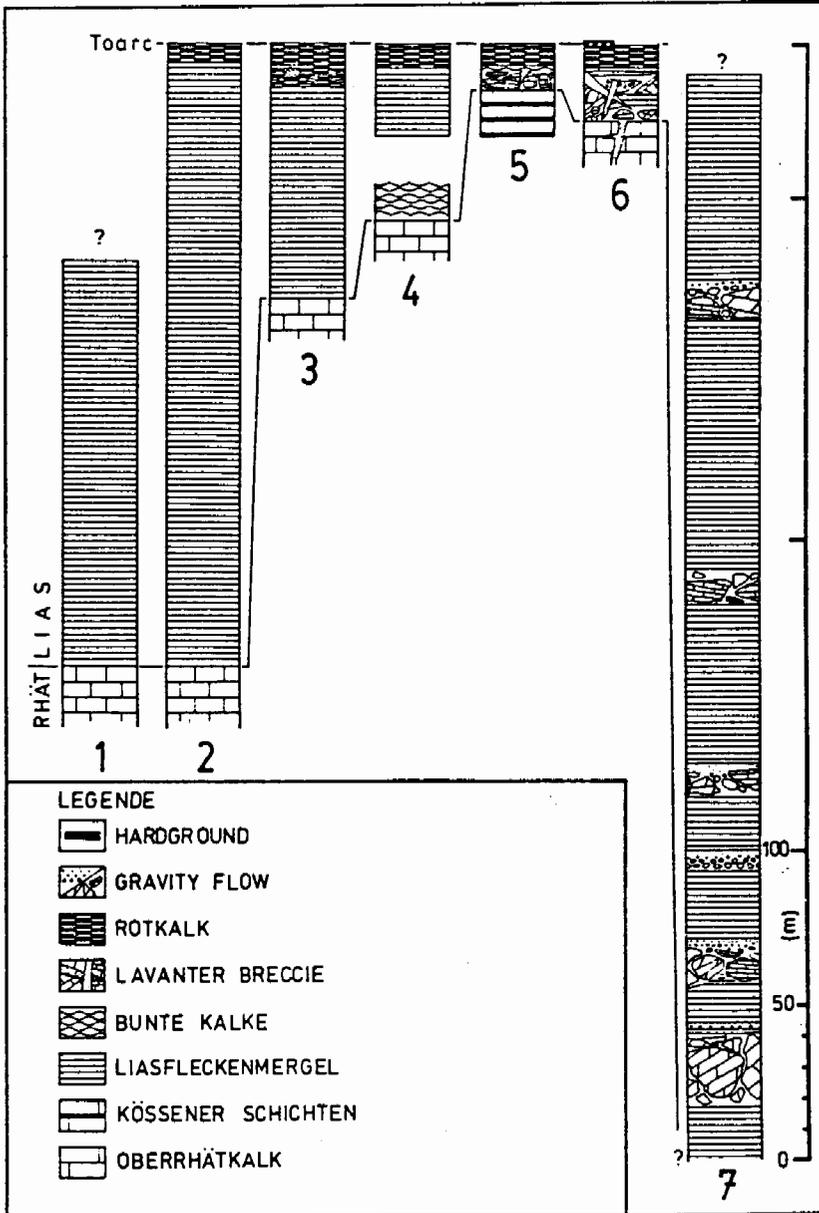


Abb. 2: Lithologische Säulenprofile des (Unter-)Lias der Lienzer Dolomiten. Die Bezugslinie der Profile wurde an die Basis des Auftretens der *Bositra*-Lumachelle in der im Pliensbach einsetzenden Rotkalkfazies (auf die in dieser Arbeit nicht weiter eingegangen wird) gelegt. Das Einsetzen der *Bositra*-Lumachelle ist mittels des horizontalierten Fundes eines *Pseudomercaticeras* sp. als Toarc (erbaense-Zone) datiert. Die Lumachelle ist ein biostratigraphischer Marker, welcher in allen nicht gestörten Profilen gefunden wurde. Profil 1 stammt vom Winnebacher Kalkzug, der Westfortsetzung der Lienzer Dolomiten (nach HIPPENSTIEL, 1985).

der Breccie kein Zusammenhang mit einer Verkarstung herleiten läßt. Vielmehr lagert die Breccie konkordant auf Oberrhätkalk, der teilweise von sedimentären Gängen durchzogen ist. Diese neptunian dykes sind mit rotem Mikrit verfüllt. In einem dieser Gänge konnte eine reiche unterliassische Foraminiferenfauna gefunden werden (Taf. 2, Fig. 5).

Bei der Breccie selbst handelt es sich um mehrphasig, in situ brecciierte rote, rotviolette, gelbe und graue (Bio-)Mikrite. Stellenweise führen diese Mikrite eine unterliassische Foraminiferenfauna (BLAU 1987b).

Mehrere Generationen von sedimentären Gängen durchziehen das Gestein und zerlegen es in Komponenten. Die Gänge sind mit feingeschichtetem Mikrit verfüllt (Taf. 1, Fig. 2) und können Komponenten des oben beschriebenen Gesteinsinventars (Taf. 1, Fig. 4; Taf. 2, Fig. 1) sowie Oberrhätkalkklasten enthalten. Auch ältere Gangfüllungen können als Komponenten vorliegen. Das Internsediment ist oft durchwühlt, insbesondere in größeren Spalten.

Das blockige Erscheinungsbild der Breccie (Taf. 1, Fig. 1) wird durch eine späte Spaltenbildung hervorgerufen, wobei die mit mergeligem, rotem Kalk verfüllten Gänge bevorzugt herauswitterten. Eine allerletzte mergelige Füllungsphase enthält *Bositra*-Filamente.

### 1.1. Der Altersumfang der Breccie

Unterlager der Breccie ist Oberrhätkalk, dessen tatsächliche Beschränkung auf das Rhät diskutiert werden kann. Der Oberrhätkalk führte an einer Stelle *Triasina hantkeni* MAJZON, die als Hinweis auf rhätisches Alter anzusehen ist.

Die Breccie wird am Himplerlahner Bach schichtig von Rotkalken überlagert, in welchen Ammoniten der Genera *Protogrammoceras* und *Fucinicas* auftreten; sie dokumentieren Pliensbach. In der Breccie selbst wurde *Schlotheimia* sp. gefunden. Das Hauptbreccien-, ereignis“ umfaßt somit Hettang und Sinemur. Die oben beschriebene letzte, *Bositra*-Filamente-führende Ganggeneration zeigt allerdings Toarc an, und sollte folglich die schichtige Rotkalkfazies mit *Fucinicas* und *Protogrammoceras* durchsetzen. Derartige Gänge konnten von uns allerdings nicht gefunden werden.

### 1.2. Ausgewählte Lithotypen der Lavanter Breccie

#### a) Hohlräume

Die Wände von Hohlräumen, die während der Brecciiierung entstanden sind und über längere Zeit offen standen bzw. phasenweise gefüllt wurden, sind oft mit „stromatolithischen“ Krusten überzogen. Solche Krusten markieren ebenso ehemalige Sedimentoberflächen des Internsedimentes (Taf. 3, Fig. 1). Hohlräume wurden von Foraminiferen besiedelt (Taf. 3, Fig. 2, 3). Die Foraminiferen bewohnten sowohl die Wände der Kleinhöhlen als auch die Oberfläche des Internsedimentes. Am häufigsten sind Vertreter der Unterordnung Involutinina (*Trocholina turris* FRENTZEN, *Turrispirillina* (?) *licia variabilis* BLAU, *Turrispirillina* (?) sp.), hinzu kommen Lageniden. Auffällig ist die geringe Größe der Foraminiferen. Sie sind oft in Lebendstellung kon-

serviert, nach dem Absterben wurden sie von den stromatolithischen Krusten überzogen und dadurch in ihrer Lage fixiert (vgl. Taf. 3, Fig. 2, 3).

Foraminiferen finden sich sowohl inkrustiert, als auch an der Oberfläche der Krusten, ein deutlicher Hinweis auf die gleichzeitige Besiedelung durch Foraminiferen einerseits und das Wachstum der Krusten andererseits.

#### b) Onkoidkalk

Der Onkoidkalk ist ein eindeutiger Hinweis für Flachwassermilieu. Die einzelnen Onkoide können mehr als 1 cm Durchmesser erreichen (Taf. 1, Fig. 4, 5; Taf. 2, Fig. 1, 2, 4). Onkoidkerne sind Crinoidenreste und Foraminiferen, welche unterliassisches Alter nachweisen. Eine *Schlotheimia* sp. aus der Onkoidfazies beweist die Reichweite dieser Flachwasserfazies bis in den unteren Lias.

#### c) Im plastischen Zustand umgelagerte Biomikrite

Ein weiterer Lithotyp stammt vom Kalkofen SW' Lavant (Taf. 3, Fig. 4): Es handelt sich um einen Biomikrit. Charakteristische Biogene sind juvenile Ammonitengehäuse, Foraminiferen (*Involutina* gr. *liassica* JONES, *Trocholina gracilis* BLAU, *Coronipora etrusca* (PIRINI), *Glomospirella* sp. sowie Lageniden), Ostracoden und Seeigeltacheln. Das Gestein ist bunt gefleckt, z. T. ohne scharfe Grenze zwischen den einzelnen Komponenten. Teilweise sind die Grenzen „wellenförmig“ ausgebildet. Dies deutet darauf hin, daß die Komponenten in noch plastischem Zustand bewegt wurden. Die Biogene sind stark zerbohrt und besitzen eine z. T. andersfarbige Sedimentfüllung; ersteres ist ein Hinweis auf längere Exposition an der Sedimentoberfläche, letzteres zeigt Umlagerung an (Taf. 3, Fig. 4).

Auf Folienabzügen zeigte sich (Taf. 3, Fig. 6), daß *Schizosphaerella* sp. in fast gesteinsbildender Menge vorkommt. Eine Untersuchung mit dem Rasterelektronenmikroskop bestätigte dies (Taf. 3, Fig. 5).

### D. Übergangsfazies (Bunte Kalke)

Gegen Westen verzahnt sich die Lavanter Breccie mit der Serie der Bunten Kalke (vgl. Abb. 1), die lithologisch dem Gesteinsinventar der Lavanter Breccie sehr ähnlich sind.

Es handelt sich um dickbankige, rote, rötlich bis violette, gelbliche und graue Mikrite, die keine so reiche Fauna wie die Lavanter Breccie enthalten. In den basalen Bereichen finden sich häufiger Crinoidenbruchstücke, Foraminiferen (*Lagena* sp., Lageniden und Involutiniden), juvenile Ammoniten sowie kalzifizierte Radiolarien (Taf. 1, Fig. 3). Zum Hangenden hin nimmt der Faunengehalt der Bunten Kalke stark ab, sie führen nur noch Radiolarien. Onkoide oder andere Hinweise auf flachstmarine Bedingungen fehlen. Die Fauna reflektiert zunehmend tiefermarines Milieu.

Die aufgeschlossene Mächtigkeit beträgt am Franz-Lerch-Weg ca. 10 m; nach Westen (Bereich Galitzenbach) keilen die Bunten Kalke aus.

Die Bunten Kalke liegen stets konkordant auf Oberrhätkalk, der nicht, wie im Bereich der Lavanter Breccie, von sedimentären Gängen durchzogen ist.

Die Bunten Kalke leiten zur westlich anschließenden Beckenfazies der Liasfleckenmergel über.

### 1. Die stratigraphische Stellung der Bunten Kalke

Ammoniten konnten in den Bunten Kalken nicht gefunden werden, sodaß eine Alterseinstufung nur auf indirektem Wege möglich ist. Unterlager der Bunten Kalke ist Oberrhätkalk. Überlagert wird dieser von Liasfleckenmergeln (Franz-Lerch-Weg, Lienzer Dolomitenhütte), der Übergang ist allerdings nirgends aufgeschlossen. In den Liasfleckenmergeln E' des Franz-Lerch-Weges (vgl. Abb. 2, Profil 4) fanden wir *Paltechioceras* sp. und *Leptechioceras* sp., die oberes Sinemur anzeigen, die Bunten Kalke sind somit jünger als Rhät und mindestens älter als Obersinemur.

### E. Beckenfazies (Lias-Fleckenmergel)

Wie im gesamten ostalpinen Bereich ist die unterliassische Beckenfazies der Lienzer Dolomiten in Liasfleckenmergelfazies ausgebildet. Es handelt sich um hemipelagische, mittel- bis dunkelgraue Kalke und Mergel, in die Resedimente eingeschaltet sein können.

#### 1. Amlacher Wiesen-Mulde

Einzelne Bänke erweisen sich reich an Schwammnadeln und Radiolarien; sie sind stark verkieselt. Hornsteinschnüre und -knollen treten in verschiedenen Niveaus auf. Im basalen Bereich sind geringmächtige, crinoidenreiche Kalkturbidite eingeschaltet.

Das Einsetzen der Liasfleckenmergel ist diachron: Im Westen der Amlacher Wiesen-Mulde setzt die Liasfleckenmergelfazies im Hangenden des Oberrhätkalkes ein. Ihre Mächtigkeit beträgt hier ca. 100 m. Nach Osten hin nimmt die Mächtigkeit kontinuierlich ab und erreicht im Bereich des Stadtweges ca. 60 m. Etwa vom Galitzenbach aus nach Osten greifen die Fleckenmergel auf die Bunten Kalke über und keilen schließlich E' des Weißstein aus. Die Lavanter Breccie wird nicht von Liasfleckenmergeln überlagert.

Die Makrofauna der Liasfleckenmergel besteht vorwiegend aus Ammoniten, untergeordnet finden sich Muscheln (*O. (Oxytoma) sinemuriense* (D'ORB.)) und Gastropoden. Mit Ammoniten konnte bis jetzt nur Sinemur nachgewiesen werden (vgl. GEYER 1903; CORNELIUS-FURLANI 1953).

#### 2. Stadelwiese

Einen völlig anderen Charakter zeigen die Liasfleckenmergel im isolierten Vorkommen der Stadelwiese (vgl. Abb. 1). Diskordant dem steil N fallenden, ungefähr E-W streichenden Hauptdolomit aufgelagert sind ca. 400 m Fleckenmergel aufgeschlossen.

In die Fleckenmergel sind mehrere *M e g a b r e c c i e n* mit Komponenten aus

Hauptdolomit, Kössener Schichten und Oberrhätkalk (Taf. 4, Fig. 1–4) eingeschaltet.

Zwei grundsätzlich verschiedene Breccientypen lassen sich unterscheiden. Der Typ 1 ist nur am SW-Ende der Stadelwiese, am Fuße des Rudnik aufgeschlossen (vgl. SCHLAGER, 1963, Taf. 6, Fig. 9). Begrenzt durch eine N–S-verlaufende Störung stoßen hier die Liasfleckenmergel an den Hauptdolomit des Rudnik. Hier ist in die Liasfleckenmergel eine nahezu matrixfreie, unsortierte, monomikte Hauptdolomit-Breccie eingeschaltet. Sie besteht aus völlig ungerundeten, oft plattigen, bis zu mehreren m<sup>3</sup> großen Komponenten. Die Komponenten selbst sind z. T. stark brecciiert. Zum Hangenden sind zwei weitere, allerdings geringmächtigere Breccien dieses Typs aufgeschlossen. An der Basis dieser Breccien sind die Komponenten oft in die unterlagernden Liasfleckenmergel eingedrückt.

Dieser Breccientyp erfüllt die Bedingungen für eine Talus Breccie (rock fall) (CO-NAGHAN et al. 1976; JOHNS 1978; NARDIN et al. 1979; ENOS & MOORE 1983; COOK & MULLINS 1983).

Breccien vom Typ 2 lassen sich hauptsächlich im Liegenden der Fleckenmergelserie beobachten. Es handelt sich um polymikte Breccien mit bis zu hausgroßen Komponenten aus Hauptdolomit, Kössener Schichten und Oberrhätkalk; solche Großkomponenten können in das überlagernde Sediment ragen. Komponenten von aufgearbeiteten Liasfleckenmergeln sind selten. Die Breccien sind matrixarm und infolgedessen grain supported. Eine Einregelung der Komponenten ist nicht feststellbar. Die hangenden Teile einiger Breccien zeigen eine Gradierung. Typisch ist, daß die Breccien oft von einer wenige cm mächtigen Schicht gradierten Karbonatsandes überlagert sind. Dieser Breccientyp wurde durch debris flows bzw. "modified grain flows" antransportiert.

Nach HAMPTON (1975) kann bei den meisten debris flows von einem fließenden Übergang zu grain flows als Transportmechanismus ausgegangen werden, was bedeutet, daß die Komponenten durch den Auftrieb der Matrix einerseits und durch Korninteraktion andererseits getragen werden (vgl. MIDDLETON & HAMPTON 1973, 1976; LOWE 1979, 1982).

## 2.1. Zur Altersstellung der Serie

Van BEMMELEN & MEULENKAMP (1965) stellten Teile der auf der Stadelwiese anstehenden Serie in das Rhät, gaben aber keine nähere Begründung dafür. SCHLAGER (1963, S. 68) stufte die polymikten Breccien als Einlagerungen in Kössener Schichten ein, was er durch den Fund von *Pteria contorta* bestätigt sah.

Wir allerdings konnten auf der Stadelwiese keinen Nachweis von anstehenden Kössener Schichten führen. Die Lithofazies entspricht den Liasfleckenmergeln; vermutlich stammt SCHLAGER's Fund aus einer rhätischen Komponente.

SCHLAGER (1963) selbst wies in den Liasfleckenmergeln der Stadelwiese *Arnioceras cf. ceratitoides* QUENSTEDT nach. Dieser Fundpunkt liegt im unteren Drittel der Serie. Auch im Hangenden dieses Fundpunktes treten polymikte Breccien auf. Wir fanden im hangendsten Teil Arnioceraten als Lesesteine; damit ist die gesamte erhaltene Serie in den Unterlias einzustufen.

## 2.2. Tektonische Deutung des Vorkommens Stadelwiese

Van BEMMELEN & MEULENKAMP (1965) interpretierten das Schichtpaket der Stadelwiese als autochthonen, aber ausgequetschten Muldenrest einer großen Hauptdolomitmulde. SCHLAGER (1963, S. 94) hatte jedoch schon überzeugend dargelegt, daß im umrahmenden Hauptdolomit der Stadelwiese keine Mulde vorliegt. Er deutete die Stadelwiese als allochthonen, während der Faltung gravitativ auf den Hauptdolomit gegliederten Rest einer weiter im W angenommenen großen Muldenstruktur.

Entsprechend SCHLAGER, vermögen auch wir im Hauptdolomit des Hochstadel keine Mulde zu erkennen (vgl. hierzu auch HAHN 1966 und HOFFERT 1975); allerdings halten wir die Schichten der Stadelwiese für autochthon, von synsedimentären Bruchstufen begrenzt. Die von SCHLAGER (1963, S. 93) beschriebene, auf steilstehendem Hauptdolomit ausgebildete, flache Basisfläche der Liasfleckenmergel stellt eine E–W-verlaufende liassische Bruchstufe dar. Durch die Morphologie des Geländes bedingt hebt diese nach S und E in die Luft aus (vgl. SCHLAGER 1963, Profile 10, 11). Im Westen der Stadelwiese wird sie von einer N–W-streichenden, steilstehenden, ebenfalls liassischen Störung begrenzt, sodaß die Liasfleckenmergel hier gegen den Hauptdolomit des Rudnik stoßen. Für das liassische Alter der Störung könnten die nur in engster Nachbarschaft dieser Störung anzutreffenden Breccien vom Typ 1 (Talus Breccien) sprechen.

Ein jüngerer, postsedimentäres Alter hat die E–W-streichende, schichtparallele Störung im Hauptdolomit, die das Liasvorkommen im N begrenzt (vgl. SCHLAGER, 1963, Profil 11).

## F. Paläogeographische Interpretation (Abb. 3)

Die liassische Sedimentation der Lienzer Dolomiten wird von synsedimentärer Tektonik kontrolliert, die den rhätischen, faziell relativ einheitlichen Sedimentationsraum zerlegt und in differenzierte Bereiche gliedert.

In der Amlacher Wiesen-Mulde läßt sich von E nach W ein kontinuierlicher Übergang von einer Flachwasser-Schwellenfazies in eine hemipelagische Beckenfazies beobachten. Das Fehlen von groben Resedimenten (debris flows) und slumps ist ein Hinweis auf äußerst geringes Relief.

Eine bathymetrische Abschätzung läßt sich wie folgt durchführen: Für die Onkoidkalk-Flachwasserfazies muß von einer maximalen Wassertiefe von wenigen Dekametern ausgegangen werden (FLÜGEL, 1978: wenige m). Nach COOK et al. (1972) sind bereits äußerst geringe Hangneigungswinkel von ca.  $1^\circ$  ausreichend für die Bildung und den Transport von debris flows. Da solche Ablagerungen im Lias-Fleckenmergelbecken der Amlacher Wiesen-Mulde fehlen, darf von einem entsprechend geringen Neigungswinkel ausgegangen werden. Bei einem angenommenen Neigungswinkel von  $1-2^\circ$  errechnet sich für die Beckenbasis (Top Oberrhätalk) im äußersten Westen der Amlacher Wiesen-Mulde eine Tiefenlage von ca. 300–600 m. Da im äußersten Westen noch keinerlei Anzeichen für eine Begrenzung des Beckens gegeben sind, darf eine weitere Erstreckung desselben nach Westen vermutet werden. Unter diesen Voraussetzungen wären Beckentiefen von über 1000 m leicht vorstellbar.

Im Gegensatz dazu reflektieren die Resedimente im Fleckenmergelbecken der Stadelwiese (speziell die Talus-Breccien) ein sehr hohes Relief. Dies und die große

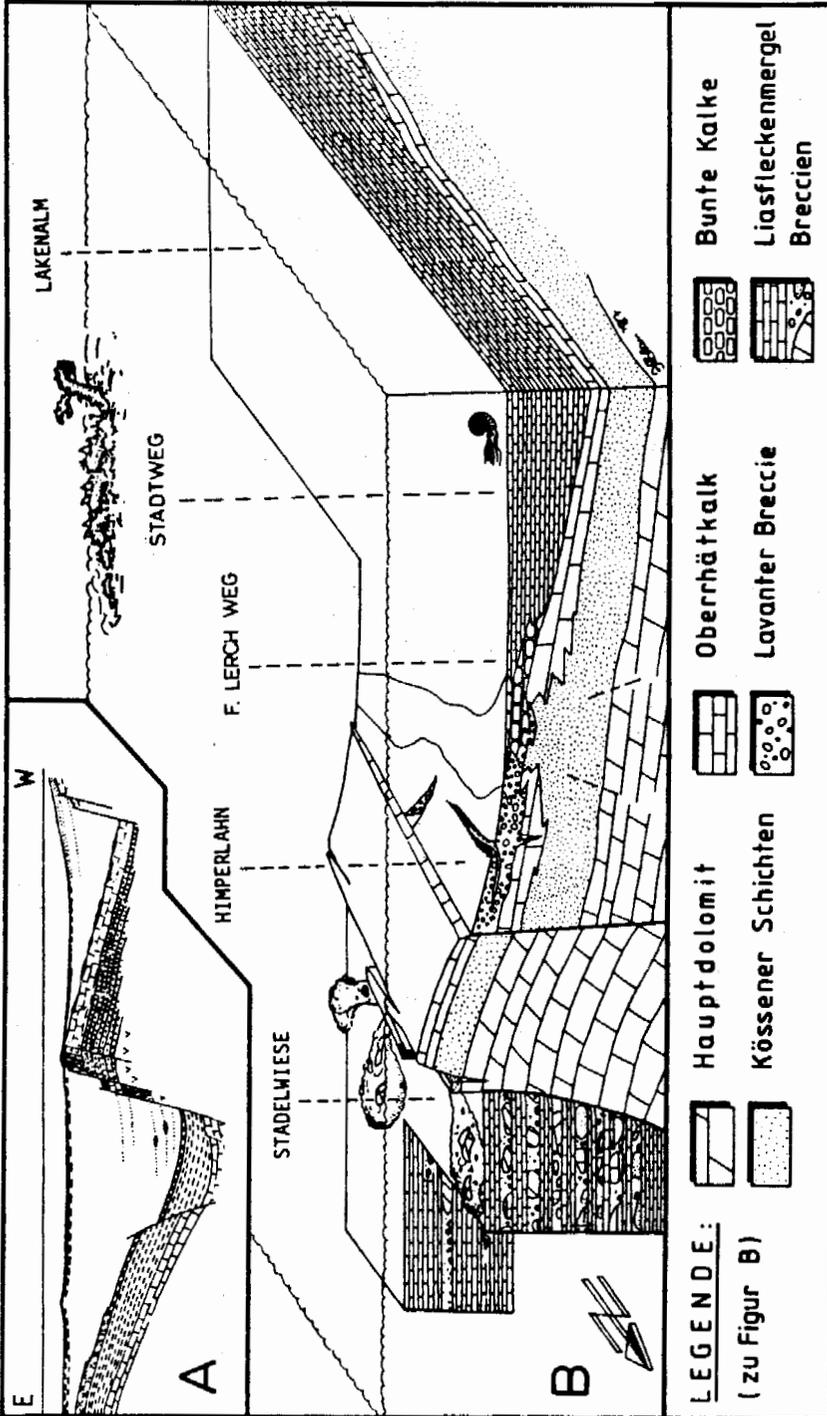


Abb. 3: B) Paläogeographischer Rekonstruktionsversuch der Lienzer Dolomiten im Unterlias. A) Die gleiche Situation im Unterlias der Südalpen (nach BERNOULLI 1964).

Mächtigkeit der Liasfleckenmergel (die erhaltenen ca. 400 m entsprechen sicher nicht der ursprünglichen Mächtigkeit) sind ein deutlicher Hinweis auf einen abrupten Fazieswechsel, hervorgerufen durch synsedimentäre Bruchstufen.

Bei einer Abschätzung des Versatzbetrages dieser fault scarps ergeben sich Absenkungstiefen der Beckenbasis von mindestens 2800 m. Dies errechnet sich wie folgt: Die Basis der aufgeschlossenen Lias-Fleckenmergel (Tiefscholle) liegt von den Raibler Schichten der Hochscholle ca. 500 m entfernt (siehe SCHLAGER, 1963, Profil 11, 12). Ausgehend von einer Hauptdolomitmächtigkeit von ca. 3000 m (eine Mulde im Hauptdolomit liegt nicht vor!) und der Mächtigkeit des Rhäts von ca. 300 m ergibt sich der oben genannte Mindestbetrag.

Die beschriebene Becken- und Schwellenkonfiguration läßt sich am besten durch zwei westwärts gekippte Blöcke erklären (vgl. Abb. 3).

Solche für passive Kontinentalränder signifikante Kippschollen (MONTADERT et al. 1979) erzeugen Schwellen- und Halbgrabenstrukturen, wie sie beispielsweise im Südalpin erhalten sind (WINTERER & BOSELLINI 1981).

#### Dank

An dieser Stelle möchten wir uns bei Prof. Dr. W. BLIND, Gießen, für die Anregung zu dieser Arbeit und die kritische Durchsicht des Manuskriptes bedanken. Dipl. Geol. Dr. W. DÖRR und Dr. J. GRÖSSER trugen durch kritische Ratschläge zum Gelingen der Arbeit bei. Frau M. SCHORGE besorgte in bewährter Weise die Ausarbeitung der Fotos. Der DAAD förderte die Arbeit mit Geländestipendien (Kennziffern 313/012/559/3 und 313/020/520/3).

#### Literatur

- AUBOIN, J., BOSELLINI, A. & COUSIN, M. (1965): Sur la paleogeographie de la Venetie au Jurassique. — Mem. Geopal. Univ. Ferrara, 1, Fasc. II, No. 5, 149–158, 2 Abb., Ferrara.
- BEMMELEN, R. W. van & MEULENKAMP, J.E. (1965): Beiträge zur Geologie des Drauzuges (Kärnten, Österreich). (Dritter und letzter Teil). Die Lienzer Dolomiten und ihre geodynamische Bedeutung für die Ostalpen. — Jb. Geol. B.-A., 108, 213–268, Wien.
- BERNOULLI, D. (1964): Zur Kenntnis der Geologie des Monte Generoso (Lombardische Alpen). Ein Beitrag zur Kenntnis der südalpiner Sedimente. — Beitr. Geol. Karte Schweiz, N. F., 118, 134 S., 51 Abb., 2 Tab., 2 Taf., Bern.
- , CARON, C., HOMEWOOD, P., KÄLIN, O. & STUIVENBERG, J. van (1979): Evolution of continental margins in the Alps. — Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt., 59, 1 Abb., 165–170, Zürich.
- BLAU, J. (1987a): Neue Foraminiferen aus dem Lias der Lienzer Dolomiten. — Teil I: Die Foraminiferenfauna einer roten Spaltenfüllung in Oberrhätalkalken. — Jb. Geol. B.-A., 129(3–4), 495–523, 2 Abb., 7 Taf., Wien.
- (1987b): Neue Foraminiferen aus dem Lias der Lienzer Dolomiten. — Teil II (Schluß): Foraminiferen (Involutinina, Spirillinina) aus der Lavanter Breccie (Lienzer Dolomiten) und den Nördlichen Kalkalpen. — Jb. Geol. B.-A., 130(1), 5–23, 1 Abb., 5 Taf., Wien.

- & SCHMIDT, Th. (1988): The Lower Liassic of the Lienzer Dolomiten: sedimentological response to tectonic activity. – Evolution of sedimentary basins, 78<sup>th</sup> Annual Meeting of the Geological Society 24–26 February 1988, S. 28, Jülich.
- CASTELLARIN, A. (1972): Evoluzione paleotettonica sinsedimentaria del limite tra piattaforma veneta e bacino lombardo al nord di Riva. – *G. Geol.*, 38(1), 11–212, 18 Abb., 20 Taf., Bologna.
- CONAGHAN, P.J., MOUNTJOY, E.W., EDGECOMBE, D.R., TALENT, J.A. & OWEN, D.E. (1976): Nubrigyn algal reefs (Devonian), eastern Australia: Allochthonous blocks and megabreccias. – *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 87, 14 Abb., Boulder (Col.).
- COOK, H.E., McDANIEL, P.N., MOUNTJOY, E.W. & PRAY, L.C. (1972): Allochthonous carbonate debris flows at Devonian bank ('reef') margins, Alberta, Canada. – *Bull. Can. Petrol. Geol.*, 20, 439–497, Calgary.
- & MULLINS, H.T. (1983): Basin margin environment. – [In:] SCHOLLE, P.A., BEBAUOT, D.G. & MOORE, C.H. (eds.): Carbonate depositional environments. – *AAPG Mem.*, 33, 539–617, Tulsa.
- CORNELIUS-FURLANI, M. (1953): Beiträge zur Kenntnis der Schichtfolge und Tektonik der Lienzer Dolomiten. I. – *Sitz.-Ber. österr. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl., Abt. I*, 162, 279–294, Wien.
- ENOS, P. & MOORE, C.H. (1983): Fore-reef slope environment. – [In:] SCHOLLE, P.A., BEBOUT, D.G. & MOORE, C.H. (eds.): Carbonate depositional environments. – *AAPG Mem.*, 33, 507–537, Tulsa.
- FLÜGEL, E. (1978): Mikrofazielle Untersuchungsmethoden von Kalken, 454 S., 33 Taf., 68 Abb., 57 Tab., Berlin–Heidelberg–New York (Springer).
- GEYER, G. (1901): Geologische Spezialkarte 1:75000, Blatt Ob. Drauburg und Mauthen. – Wien (Geol. R.-A.).
- (1903): Zur Geologie der Lienzer Dolomiten. – *Verh. Geol. R.-A.*, 1903, 165–196, 5 Abb., Wien.
- HAHN, L. (1966): Zur Stratigraphie, Struktur und Stellung des Drauzugs. Lienzer Dolomiten, Westliche und Zentrale Gailtaler Alpen. – *Diss. Univ. Erlangen*, 52 S., 69 Abb., Erlangen.
- HAMPTON, M.A. (1975): Competence of fine-grained debris flows. – *J. Sed. Petr.*, 45(4), 834–844, Tulsa.
- HIPPENSTIEL, G. (1985): Zur Stratigraphie und Fazies des Winnebacher Kalkzuges. – Unveröff. Diplomarbeit, 79 S., Gießen.
- HOFFERT, E. (1975): Zur Geomorphologie und Geologie der Lienzer Dolomiten. – *Inaug. Diss. FU Berlin*, 141 S., Berlin.
- JOHNS, D.R. (1978): Mesozoic carbonate rudites, megabreccias, and associated deposits from central Greece. – *Sedimentology*, 25(4), 561–573, Oxford.
- KÄLIN, O. & TRÜMPY, M. (1977): Sedimentation und Palaeotektonik in den westlichen Südalpen: Zur triasisch-jurassischen Geschichte des Monto Nudo-Beckens. – *Eclogae Geol. Helvetiae*, 70(2), 295–350, Basel.
- LOWE, D.R. (1979): Sediment gravity flows; their classification and some problems of application to natural flows and deposits. – [In:] DOYLE, L.S. & PILKEY, O. H. (eds.): *Geology of continental slopes*. – *SEPM Spec. Publ.*, 27, 75–82, Tulsa.
- (1982): Sediment gravity flows: II. Depositional models with special reference to the deposits of high-density turbidity currents. – *J. Sed. Petr.*, 52(1), 279–297, 13 Abb., Tulsa.

- MARIOTTI, A. (1972a): Precisions sur la stratigraphie des Lienzer Dolomiten. Hypothese sur les relations paleogeographiques entre les Alpes meridionales: consequences structurales. — *Geol. Alp.*, 48, 121–129, Grenoble.
- (1972b): Sur la serie post-triasique des Lienzer Dolomiten: existence d'un flysch cretace au Nord de la ligne du Gail (Autriche). — *C.R. Soc. Geol. France*, 1972, 31–34, Paris.
- MIDDLETON, G.V. & HAMPTON, M.A. (1973): Sediment gravity flows: mechanics of flow and deposition. — [In:] *Turbidites and deep water sedimentation*. SEPM, Pacific Sec. Short Course Lecture Notes, 1–38, Tulsa.
- & HAMPTON, M.A. (1976): Subaqueous sediment transport and deposition by sediment gravity flows. — [In:] STANLY, D.J. & SWIFT, D.J.P. (eds.): *Marine sediment transport and environmental management*, 197–218, 10 Abb., New York (Wiley).
- MONTADERT, L., ROBERTS, D.G., CHARPAL, O. de & GUENNOG, P. (1979): Rifting and subsidence of the northern continental margin of the Bay of Biscay. — *Init. Rep. DSDP*, 48, 1025–1060, Washington.
- NARDIN, T.R. et al. (1979): Review of mass movement processes, sediment and acoustic characteristics, and contrasts in slope and base-of-slope systems versus canyon-fan-basin floor systems. — [In:] DOYLE, L.S. & PILKEY, O.H. (eds.): *Geology of continental slopes*. — SEPM Spec. Publ., 27, 61–73, Tulsa.
- PREY, S. (1980): Das Frühalpidikum (Die geologische Entwicklung zwischen der variszischen und der alpidischen Hauptorogenese vom Oberkarbon und Perm durch das frühe Mesozoikum bis ins Neokom). — [In:] OBERHAUSER, R. (Ed.): *Der geologische Aufbau Österreichs*, 21–34, Wien – New York (Springer).
- SCHLAGER, W. (1963): Zur Geologie der oestlichen Lienzer Dolomiten. — *Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Wien*, 13 (1962), 41–120, 4 Taf., Wien.
- SCHÖNLAUB, H.P. (1985): Geologische Karte der Republik Österreich, 1:50.000, Blatt 197 Kötschach. — Wien (Geol. B.-A.).
- TRICART, P. & LEMOINE, M. (1986): From faulted blocks to megamullions and megaboudins: Tethyan heritage in the structure of the Western Alps. — *Tectonics*, 5, 95–118, Washington.
- WIEDENMAYER, F. (1963): Obere Trias bis mittlerer Lias zwischen Saltrio und Tremona (Lombardische Alpen). Die Wechselbeziehungen zwischen Stratigraphie, Sedimentologie und syngenetischer Tektonik. — *Eclogae Geol. Helvetiae*, 56(2), 529–640, 38 Abb., 4 Taf., Basel.
- WINTERER, E.L. & BOSSELINI, A. (1981): Subsidence and Sedimentation on Jurassic Passive Continental Margin, Southern Alps, Italy. — *AAPG Bull.*, 65(3), 394–421, 28 Abb., Tulsa.

## TAFELERKLÄRUNGEN

### Tafel 1

Fig. 1: Typischer Aufschluß der Lavanter Breccie beim Himplerlahner Bach (S' Lavant). Zur Erklärung des grobblockigen Erscheinungsbildes der Breccie siehe Text.

- Fig. 2: Syntimentäre Gangfüllung aus der Lavanter Breccie. Der Gang wurde in mehreren Phasen mit Kalkschlamm verfüllt und der Resthohlraum zementiert; Maßstablänge: 5 cm.
- Fig. 3: Negativphoto eines Dünnschliffes der Bunten Kalke. Die Foraminiferenfauna setzt sich aus Involutiniden (*Trocholina umbo* FRENTZEN, *Involuntina* gr. *liassica* JONES) und Lageniden zusammen. In der oberen Bildhälfte ein angebohrtes Schalenbruchstück; Vergrößerung: 10x.
- Fig. 4: Vielphasig brecciiertes Handstück aus der Lavanter Breccie; Maßstab: 5 cm.
- Fig. 5: Zwei Lithotypen der Lavanter Breccie: Im oberen Bildteil Onkoidkalk, im unteren Bildteil ein Foraminiferen/Crinoiden-Mikrit. Das Gestein wird von einem mit Zement ausgefüllten Gang durchzogen; Maßstab: 5 cm.

## Tafel 2

- Fig. 1: Negativphoto eines Dünnschliffes des Handstücks zu Taf. 1, Fig. 4. Deutlich werden die unterschiedlichen Lithologien und vielphasige Zertrümmerung und Wiederauffüllung des Gesteins; Vergrößerung: 2,5x.
- Fig. 2: Ein Onkoid aus der Lavanter Breccie. Durchmesser des Onkoids ist ca. 1 cm.
- Fig. 3: Foraminiferen/Crinoiden-Mikrit, vergrößerter Ausschnitt aus Fig. 1, Negativphoto.
- Fig. 4: Onkoidkalk, vergrößerter Ausschnitt aus Fig. 1, Negativphoto.
- Fig. 5: Foraminiferenreiche, liassische Spaltenfüllung in Oberhätkalken, Negativphoto, 10x.

## Tafel 3

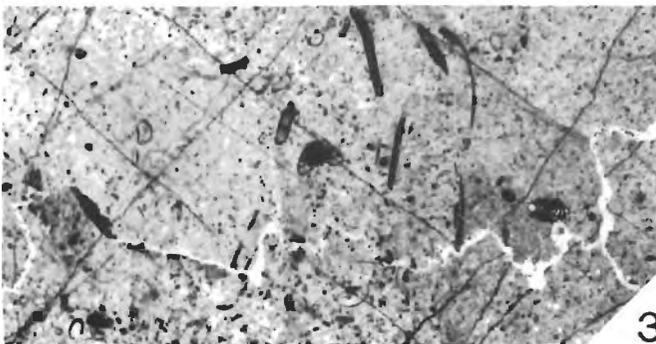
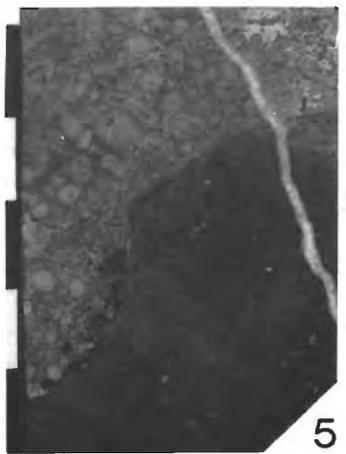
- Fig. 1: Eine Kleinhöhle in der Lavanter Breccie. Der untere Teil der Höhle wurde periodisch mit Sediment aufgefüllt, Höhlenwände und ehemalige Sedimentoberflächen sind durch stromatolithische Krusten imprägniert (1), die reverse Geopetalfüllung des Ammoniten (2) zeigt dessen Umlagerung an. Die Wände und Sedimentoberflächen wurden von Foraminiferen besiedelt (vgl. Fig. 2, 3); Negativphoto, 5x.
- Fig. 2: Eine von Foraminiferen besiedelte Wand der Höhle von Fig. 1. Die Foraminiferen sind von den stromatolithischen Krusten in Lebensstellung fixiert. Maßstab: 1,5 cm = 100 Mikrometer.
- Fig. 3: *Trocholina turris* FRENTZEN auf einer alten Sedimentoberfläche. Auf der Sedimentoberfläche finden sich stromatolithische Krusten, die auch die Foraminifere einschließen. Später wurde die Oberfläche von Sediment überdeckt. Maßstab: 1,5 cm = 100 Mikrometer.
- Fig. 4: In plastischem Zustand umgelagerte Komponenten. Die Grenzen der Komponenten sind teils unscharf, teils ineinander „verwickelt“. Enthaltene Biogene sind stark angebohrt. Negativphoto, 10x.
- Fig. 5: *Schizosphaerella* sp., ein gesteinsbildendes Nannofossil aus der Probe zu Fig. 4, REM-Aufnahme, Durchmesser der Sphäre 25 Mikrometer.
- Fig. 6: *Schizosphaerella* sp., Folienabzug. Der Ausschnitt zeigt die Häufigkeit des Auftretens von *Schizosphaerella* sp. Durchmesser der Sphäre am linken Bildrand ist ca. 25 Mikrometer.

## Tafel 4

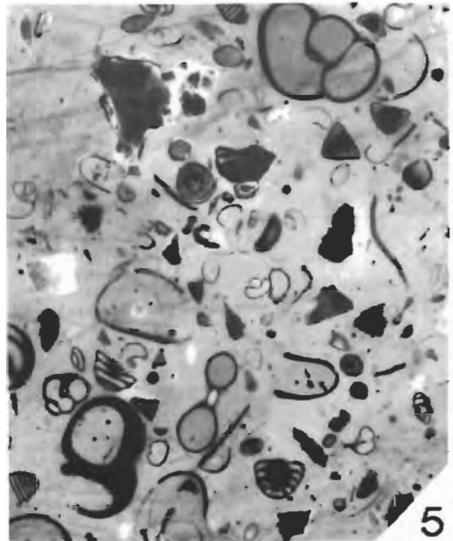
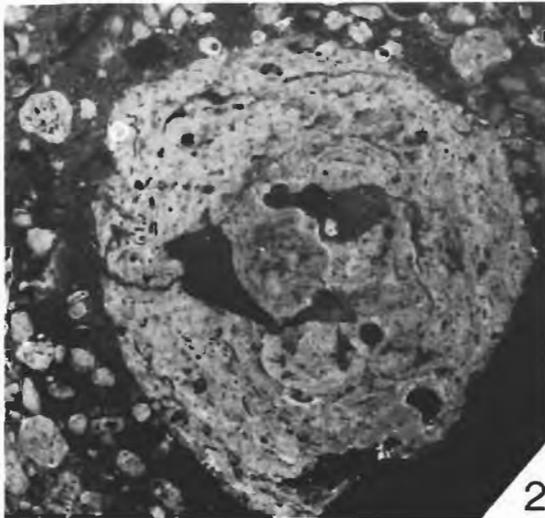
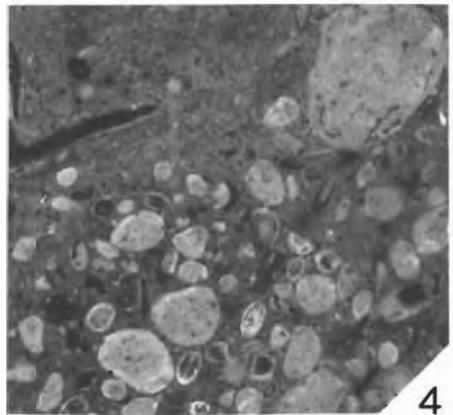
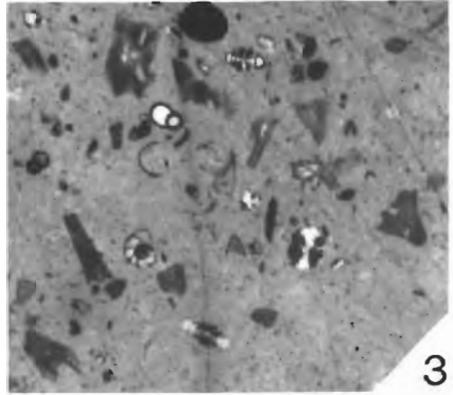
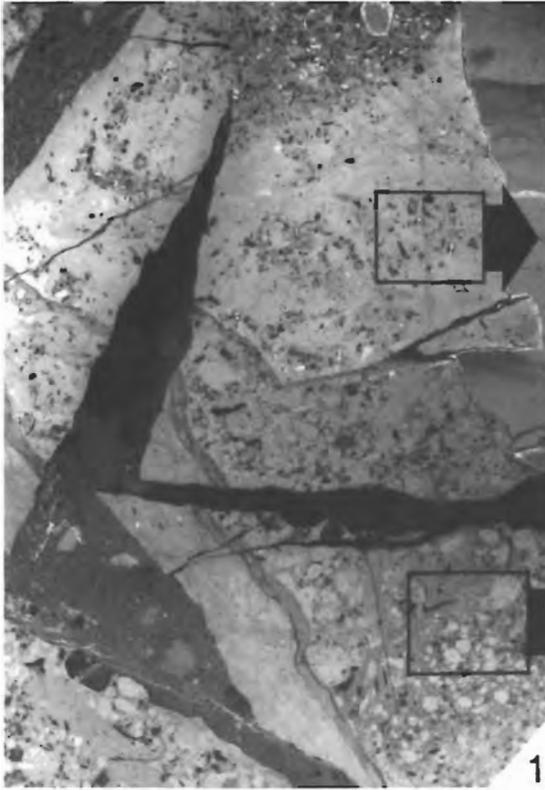
- Fig. 1: Blick auf die Stadelwiese von Osten. Die Wiesen im Vordergrund bestehen aus Liasfleckenmergeln, die eingeschalteten Megabreccien treten als Härtingszüge hervor; im Hintergrund der Rudnik.
- Fig. 2: Die Liasfleckenmergel der Stadelwiese von Westen, der Pfeil markiert Großkomponenten eines mass flow.
- Fig. 3: Durch die Erosion freigelegter debris flow mit einer Hauptdolomitkomponente im Hintergrund und einer Oberrhätkalkkomponente im Vordergrund. Steilstehende Liasfleckenmergel überlagern den debris flow.
- Fig. 4: Die Oberrhätkalkkomponente von Fig. 3.

Manuskript angenommen am 15. 3. 1988

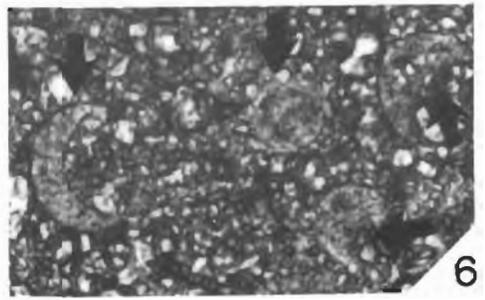
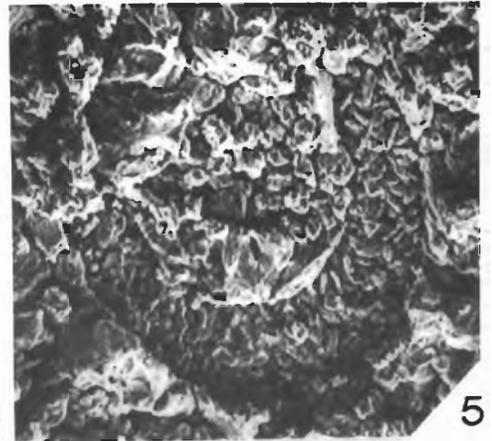
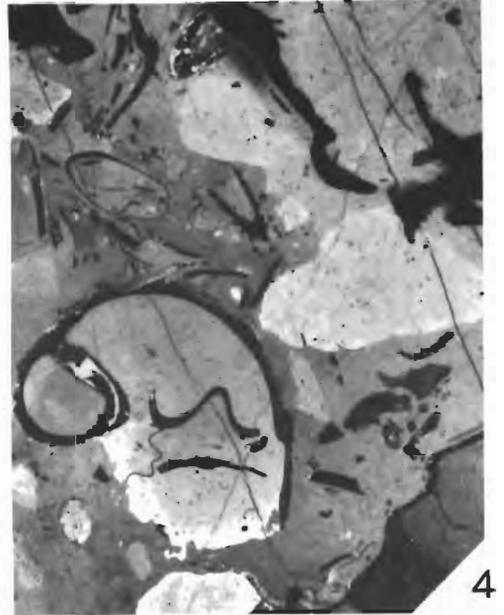
TAFEL 1



TAFEL 2



TAFEL 3



TAFEL 4

