

## PALÄO GEOGRAPHISCHE ÜBERLEGUNGEN ZU DEN LEITHAKALKKAREALEN (BADENIEN) DER MITTELSTEIRISCHEN SCHWELLE (STEIERMARK)\*

J.G. Friebe, Graz

Mit 9 Abbildungen und 3 Tafeln

**Zusammenfassung:** Die in Bearbeitung stehenden Leithakalkvorkommen zwischen Wildon und Ehrenhausen (Steiermark) werden im Hinblick auf Fazies und paläogeographische Gesamtentwicklung beschrieben und interpretiert. Die Lagenidenzone ist - mit einer Unterbrechung - transgressiv entwickelt, regressive Tendenzen machen sich erst in ihren höchsten Anteilen bemerkbar. An der Ostflanke des Sausal finden sich gewachsene Korallenriffe, ebenso auf den Untiefen über dem "Schlier"-sockel. Nördlich des Sausal bilden sich erste Rhodolithenbänke. Die Sandschalerzone beginnt mit einer Transgression. Im Raum Wildon befindet sich eine ausgedehnte Algenplattform. In der oberen Sandschalerzone und der Buliminen-Bolivinen-Zone sind in den Leithakalkkarealen die Wasserspiegelschwankungen nur gering, während in die Florianer Bucht (? Fan-) Deltas progradieren.

**Abstract:** This paper contains a brief description of the Badenian (Middle Miocene) coralline limestone (Leithakalk) areas between Wildon and Ehrenhausen (Styrian Basin, Austria) and their paleogeographical interpretation. The Lagenidae zone was dominated, with one short interruption, by a massive marine ingression into the Western Styrian Basin. Regressive tendencies occurred only in its uppermost parts. In the east of the Sausal Mountains, which formed islands during the Badenian, patch reefs developed, as well as in the shallow areas above the Karpatian "Schlier" Formation. North of the Sausal, the first algal mounds occurred. The Sandschaler zone began with a new marine transgression. Around Wildon, a widespread rhodolite platform developed. The upper part of the Sandschaler zone and the Bulimina-Bolivina zone shows only little fluctuations of the water depth in the Leithakalk areas, whereas at the same time (? fan) deltas prograded into the shallow marine Western Styrian Basin. The Sarmatian transgression led to strongly reduced salinity and faunal endemism.

### 1. Einleitung

Das Steirische Tertiärbecken ist eine westliche Randbucht der zentralen Paratethys. Es zerfällt in ein Weststeirisches und ein Oststeirisches Becken mit unterschiedlicher Sedimentationsgeschichte. Letzteres läßt sich weiter in Teilbecken untergliedern. Als trennendes Element fungiert die Mittelsteirische Schwelle.

Im Karpatien herrschen im Oststeirischen Becken vollmarine Bedingungen (Steirischer Schlier), während im Weststeirischen Becken limnisch-fluviatile Sedimente zur Ablagerung gelangen (Eibiswalder Schichten). Im Anschluß an die steirische Phase der alpidischen Orogenese (die in etwa mit der Grenze Karpatien/Badenien zusammenfällt) kommt es zu einer marinen Ingression im Weststeirischen Becken. Nach einer kurzen Regressionsphase im oberen Badenien folgt eine neuerliche Transgression im Sarmatien, die jedoch nicht mehr die Ausmaße der badenischen Transgression erreicht (für Details siehe KOLLMANN, 1965, cum lit.).

Die Mittelsteirische (= Sausal-) Schwelle ist seit dem Neogen eine morphologische Hochzone, die das Gra-

zer Paläozoikum des Remschnigg verbindet. Im Badenien ist sie durch Leithakalksedimentation gekennzeichnet. Unter diesem Begriff werden marine Flachwasserkalke unterschiedlicher Ausbildung zusammengefaßt: Corallinaceen- (Schutt-) Kalke, patch reefs und Bryozoen-Kalke (DULLO, 1983).

Der Fossilreichtum regte schon früh zur Bearbeitung an (ROLLE (1855, 1856), HILBER (1877, 1878), STUR (1871). Themenschwerpunkt waren damals die Beziehungen zwischen Leithakalk und den angrenzenden Florianer Schichten des Weststeirischen Beckens. Eine Serie von Dissertationen in den fünfziger Jahren (siehe stellvertretend KOPETZKY, 1957) versuchte, die stratigraphischen Verhältnisse in Anlehnung an das Wiener Becken zu entschlüsseln. Eine Zusammenfassung aller Ergebnisse gibt KOLLMANN (1965). Detailstudien haben FLÜGEL (1972, 1977, 1986), DULLO (1983), HANSEN, MÜLLER & RÖGL (1987) und FRIEBE (1987) bekanntgemacht.

Das Leithakalkkareal der Mittelsteirischen Schwelle läßt sich anhand fazieller und stratigraphischer Kriterien in 5 Großbereiche gliedern (Abb. 1).

\* Vortrag, gehalten beim Informationstreffen österreichischer Sedimentologen in Innsbruck, am 29.4.1988

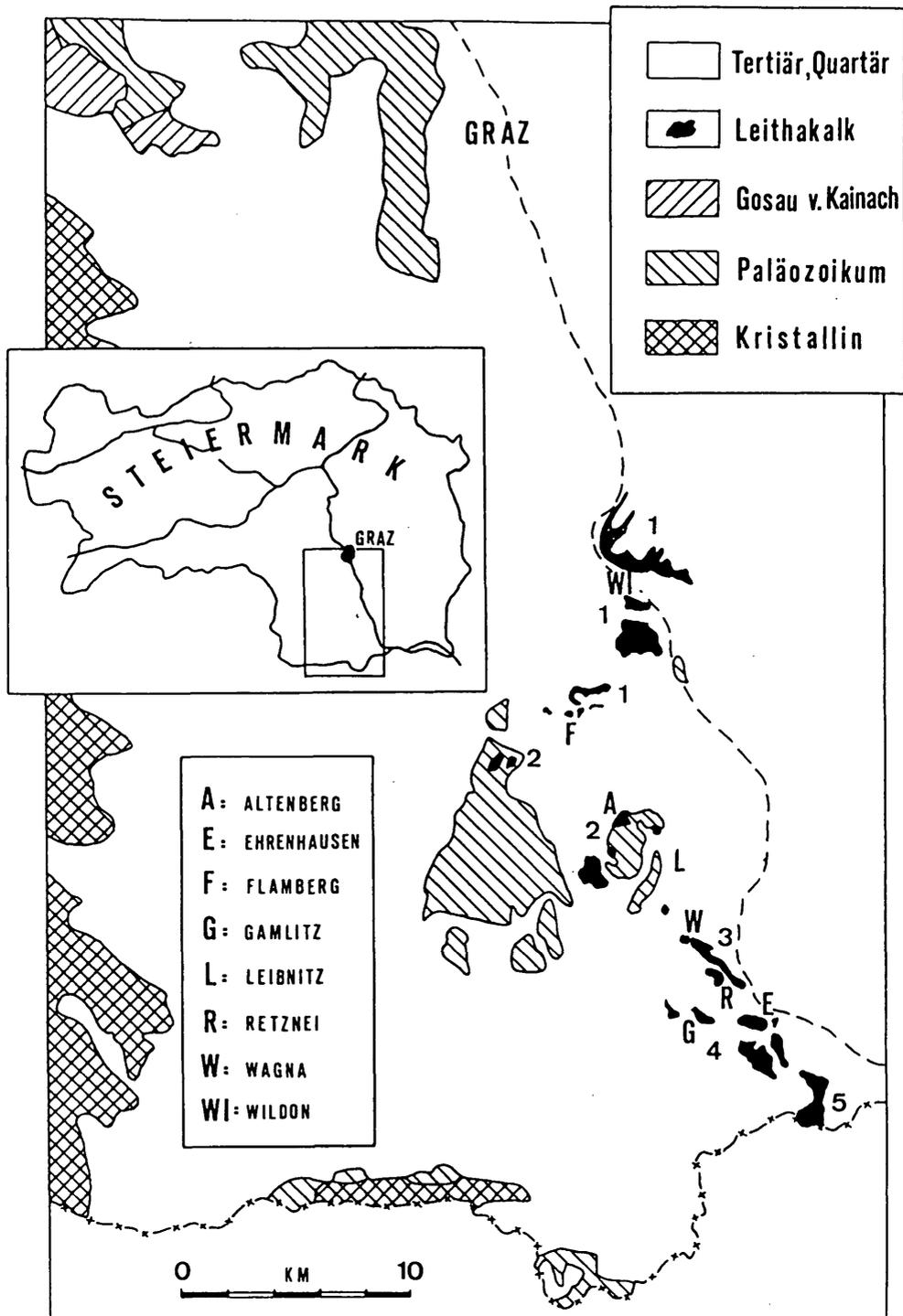


Abb. 1 <sup>(1)</sup>:

Lage der untersuchten Gebiete, umgezeichnet nach FLÜGEL & NEUBAUER (1984):  
Geologische Karte der Steiermark, 1:200 000

- |  |  |
|--|--|
| 1) Das Leithakalkkareal von Wildon (oberste OLZ bis BBZ)         | 4) "Leithakonglomerat" und Leithakalk der Gamlitzer Bucht (ULZ, OLZ) |
| 2) Korallenriffe an der Ostflanke des Sausal (LZ)                | 5) Die südliche Leithakalkplatte (OLZ)                               |
| 3) Das Leithakalkkareal südlich Leibnitz mit Fleckenriffen (ULZ) |  |

<sup>(1)</sup> Im Text werden folgende Abkürzungen verwendet:  
ULZ, OLZ: Untere bzw. Obere Lagenidenzone (unteres Badenien)  
SZ: Sandschalerzone (mittleres Badenien)  
BBZ: Buliminen-Bolivinen-Zone (oberes Badenien)

- 1) Die Leithakalkplatte von Wildon (oberste OLZ bis BBZ)
- 2) Korallenriffe an der Ostflanke des Sausal nordwestlich Leibnitz (LZ)
- 3) Das Leithakalkareal südlich Leibnitz mit Fleckenriffen (ULZ)
- 4) "Leithakonglomerat" und Leithakalk am Rand der Gamlitzer Bucht (ULZ, OLZ)
- 5) Eine Leithakalkplatte im Süden (OLZ)

Im folgenden sollen die Gebiete 1 bis 3 näher betrachtet werden. Angaben zur Mikrofazies beziehen sich auf DULLO (1983).

Die Arbeit wurde im Rahmen eines seit Herbst 1986 laufenden Forschungsprojektes, welches unter der Nummer P 6051 E vom Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung unterstützt wird, und einer laufenden Dissertation unter der Leitung von Univ.-Prof. Dr. H.-L. HOLZER durchgeführt.

## 2. Das Leithakalkareal von Wildon

Das Leithakalkareal von Wildon umfaßt den Bereich Kollischberg-Afram NE' der Mur sowie den Wildoner Schloßberg und Buchkogel SW' der Mur. Südlich der Laßnitz verzahnt der Kalk mit den feinklastischen Sedimenten der Flamberger Bucht (Weststeirisches Becken).

Im N bildet leicht mergeliger Silt und Feinsand der OLZ mit Echinoideen und einer reichen marinen Molluskenfauna die Basis. Physikalische Sedimentstrukturen sind der Bioturbation zum Opfer gefallen. Eingeschaltet sind erste detritogene Leithakalkbänke in Foraminiferen-Algen-Schutt-Fazies (Taf. 1, Fig. 1). Die Foraminiferenfauna der siltig-mergeligen Fazies wird von *Lenticulina* spp. dominiert, daneben kommen *Nonion commune* (d'ORBIGNY), *Ammonia beccarii* (LINNE), *Globigerinoides trilobus* (REUSS) und *Orbulina suturalis* BROENNIMANN häufiger vor, andere Foraminiferen sind selten, epiphytische Formen fehlen. Lediglich im Bereich der Leithakalkbänke treten Leithakalkformen wie *Amphistegina hauerina* d'ORBIGNY, diverse Elphidien, *Guttulina communis* d'ORBIGNY und andere hinzu.

Die Hauptmasse dieser Sedimente wurde durch (?Fan-) Deltas und seltene Stürme (DECELLES, 1987) eingebracht und in ruhigen Zeiten durch eine reiche Infau-na überarbeitet. Die Wassertiefe wird kaum mehr als 40–50 m betragen haben. Wassertiefe und Wassertrübe verhinderten eine Besiedelung durch Corallinaceen. Sporadisch wurde Algenschutt aus seichteren Partien eingeschüttet.

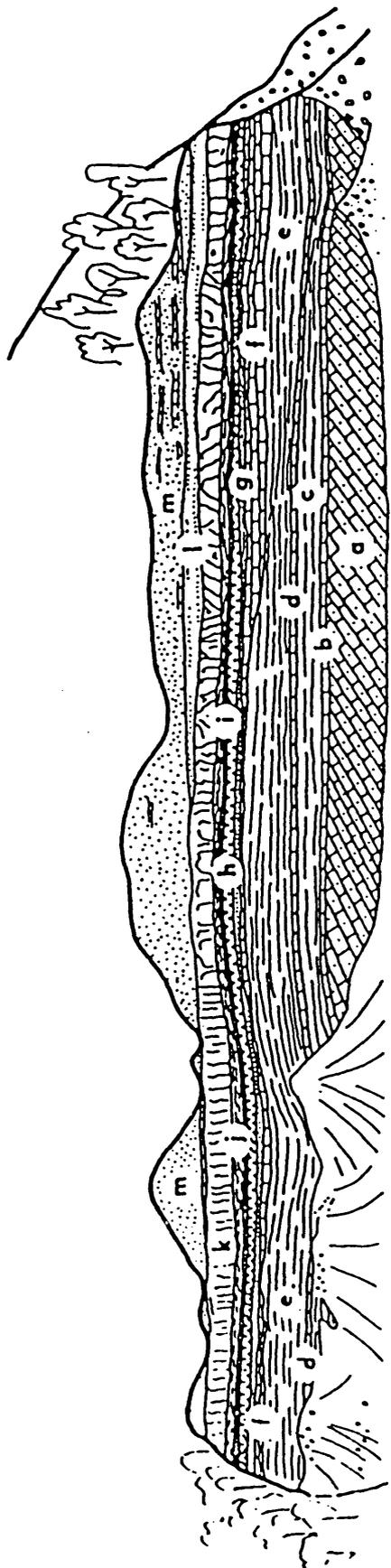
Im Süden bilden Sande unterschiedlicher Korngröße die Basis des Leithakalkes. Sie sind frei von Makro- und Mikrofossilien, zeigen aber stellenweise Bioturbation. Siltige Partien führen oft Blattabdrücke ("*Cinnamomum-Sandstein*" sensu HILBER, 1878). Physikalische Sedimentstrukturen sind in den Mittel- und Grobsanden nur angedeutet (trogförmige Schrägschichtung), Feinsand und Silt sind wellig laminiert mit Wechsellagerung im Millimeterbereich. Es handelt sich um Sandbarren, entstanden durch marine Strömungen im Vorfeld eines Deltas bei nur geringen Transportweiten.

Die Hauptmasse des Leithakalkes kam in der SZ bis BBZ zur Ablagerung. Er bildet eine 120–130 m mächtige Abfolge von Bänken in bioklastischer Rhodolithen- bzw. Algen-Schutt-Fazies (Taf. 1, Fig. 2) von unterschiedlicher Mächtigkeit (im Schnitt 10–50 cm). Sie sind durch dünne Bänder von Amphisteginen-Mergel voneinander getrennt. Ihre Foraminiferenfauna ("Leithakalkfauna", KOPETZKY, 1957) zeigt eine deutliche Vormacht epiphytischer Formen (*Cibicides* spp., *Elphidium* spp.). Verstärkte Zufuhr von terrigenem Material führte zum Absterben der Rhodolithen und ermöglichte das Wachstum von Seegraswiesen. Änderungen in der Foraminiferenfauna werden auf Änderungen der Wassertrübe und (im Gegensatz zu HANSEN, MÜLLER & RÖGL, 1987) erst sekundär der Wassertiefe zurückgeführt.

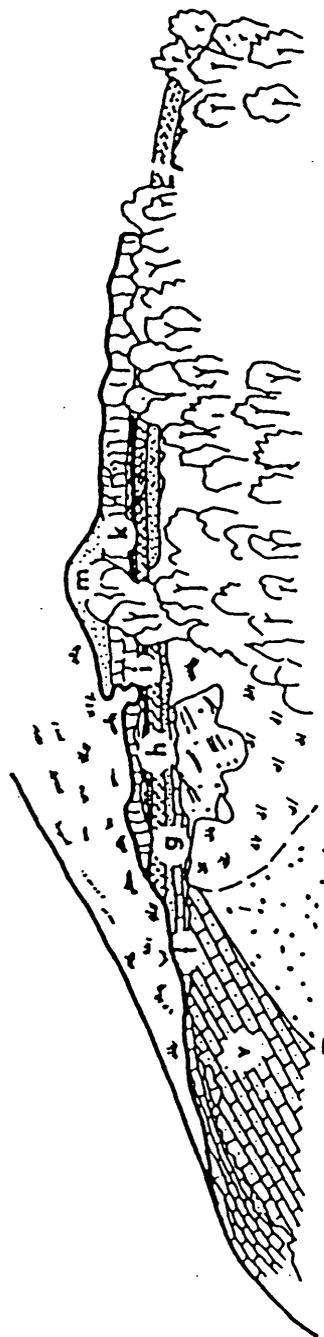
Das Vorkommen von Korallen beschränkt sich auf lokale Korallenrasen (GEISTER, 1983) von *Montastrea* sp., *Tarbellastrea* sp. und *Porites* sp. (FRIEBE, 1987).

Im Norden (Steinbruch Weissenegg, Abb. 2) sind der Algenplattform zwei Schutthalden unterschiedlichen Alters vorgelagert (Taf. 2, Fig. 1). HILBER (1913) sah in der Schrägschichtung einen Hinweis auf tektonische Aktivität. Sie sind in Foraminiferen-Algen-Schutt-Fazies ausgebildet und zeigen eine deutliche Sortierung des Algenschutts nach der Korngröße (gröberes Material am Hangfuß). Die Oberkante, und somit der Bildungsraum der Rhodolithen, befand sich knapp unter der Wellenbasis, die Höhendifferenz zwischen Plattform und Florianer Bucht betrug zur Bildungszeit der jüngeren Halde "v" (Schichtenbezeichnungen nach KOLLMANN, 1965) ca. 30 m, das Relief wurde später weitgehend ausgeglichen.

Die Leithakalksedimentation ist im Steinbruch Weissenegg zweimal durch Sandbarren (Aufarbeitungsprodukte eines Deltas) unterbrochen. Schichtkomplex "g" bis "h" zeigt einen übergeordneten coarsening-upward-Trend (Abb. 3). An physikalischen Sedimentstrukturen sind lediglich Kleinrippel zu beobachten. Der Amphisteginenmergel "i" kündigt die Rückkehr zu geringerer Wassertrübe an.



SÜDOST – TEIL



NORDWEST – TEIL

Abb. 2:

Steinbruch Weissenegg: Schichtbezeichnungen nach KOLLMANN (1965); Aufschlußhöhe ca. 70 m

Weissenegg, NW-Bruch (Schicht g, h n.KOLLMANN)

20 cm

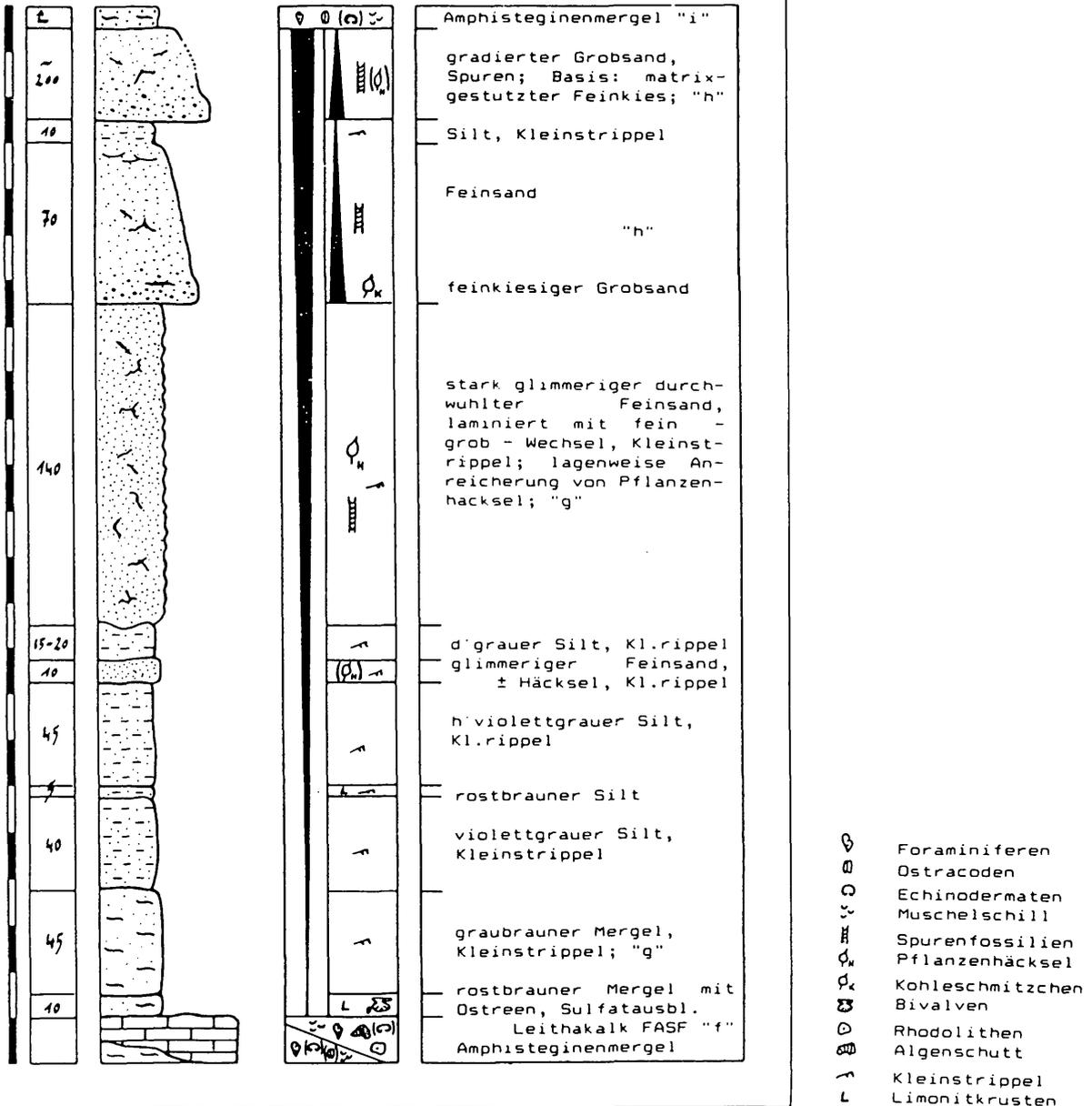
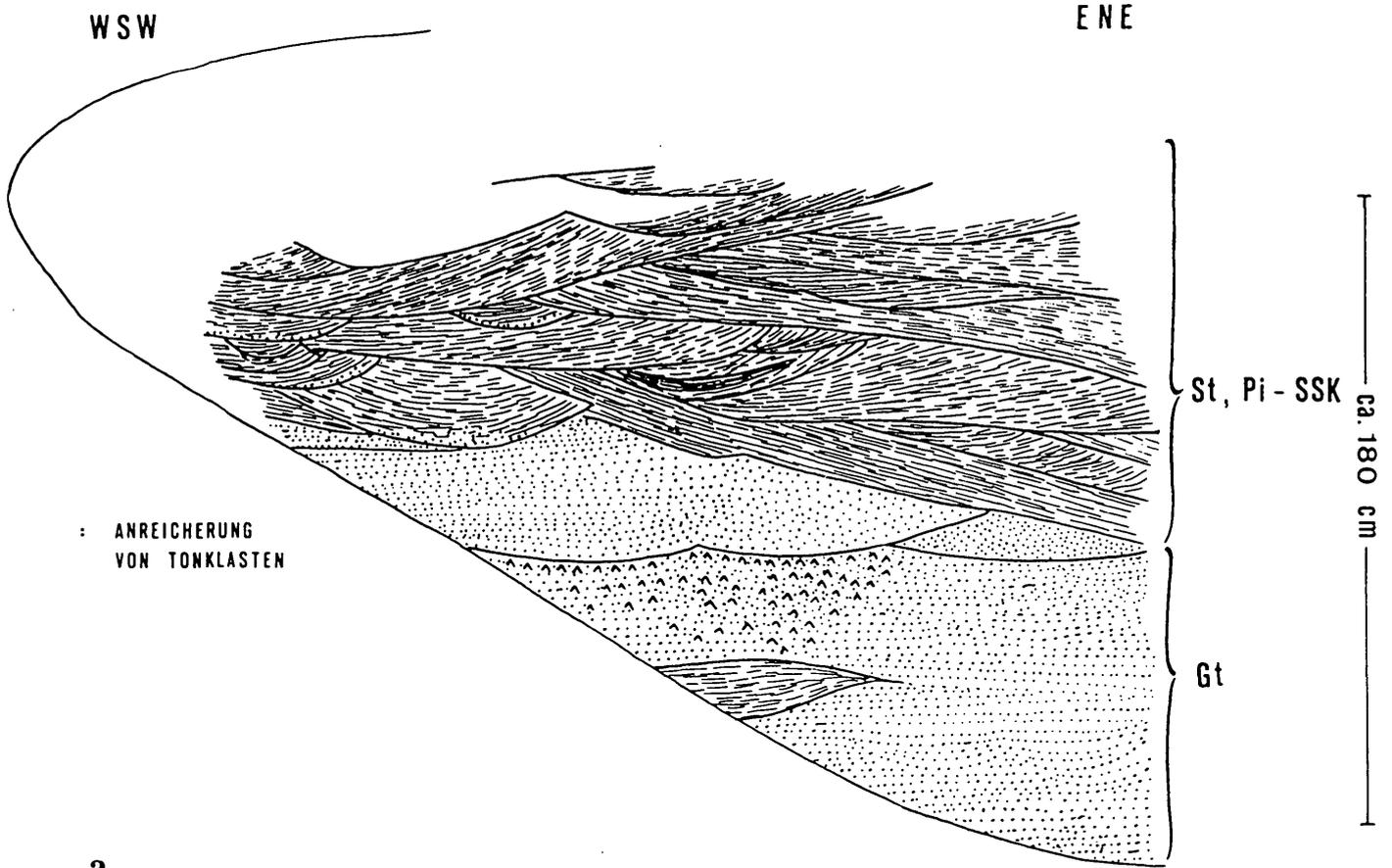
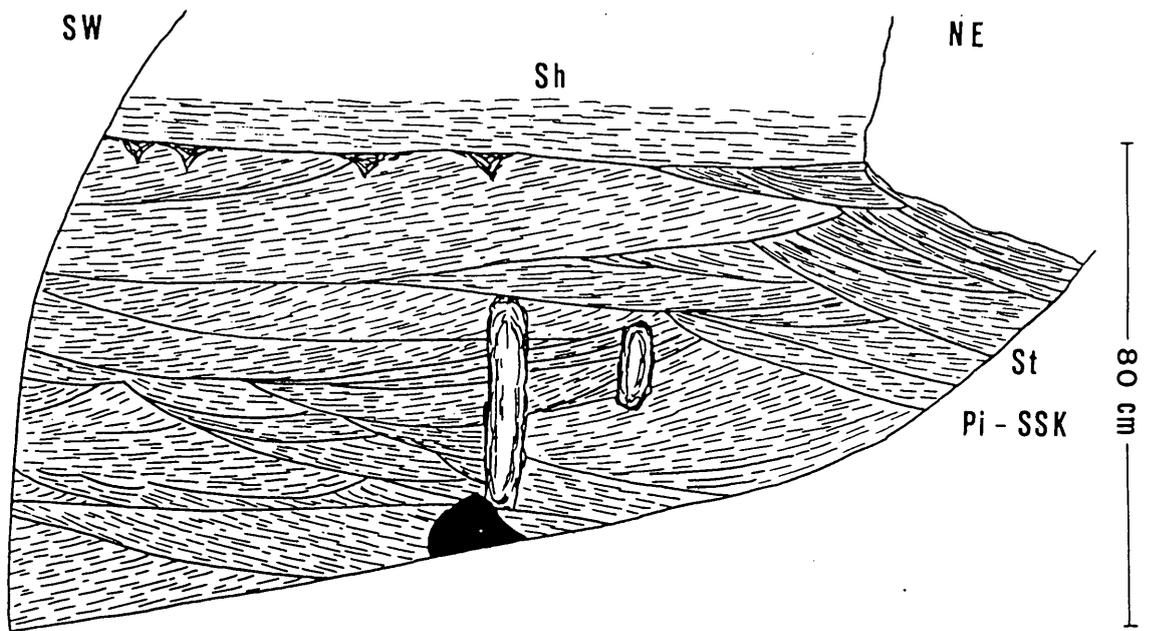


Abb. 3:

Steinbruch Weissenegg, Nordwestteil: Säulenprofil Schicht "g" bis "h": Der Vorstoß eines Deltas in die Florianer Bucht unterbricht die Leithakalksedimentation. Das Profil zeigt umgelagerten Silt und Sand, im Hangenden ("h") in gradierten Bänken, mit übergeordnetem coarsening-upward-Trend. Pflanzenhäcksel und Spurenfossilien sind lagenweise häufig. Der Amphisteginenmergel "i" kündigt die Rückkehr zu günstigeren Lebensbedingungen an.



a



b

Abb. 4:

Aufschlußskizzen, Dillach (nördlich Weissenegg). Sandbarren hangend der obersten Leithakalkbank (Deltafront-Ablagerungen, Grenzbereich Badenien/Sarmatien):

- a) Liegend Kies in muldenförmigen Rinnen (Gt), stellenweise Anreicherung von Tonlasten; darüber Mittel- bis Grobsand mit muldenförmiger Schrägschichtung [Pi-Schrägschichtungskörper (ALLEN, 1963), St]
- b) Mittel-bis Grobsand mit Pi-Schrägschichtungskörper (St) (vgl. Abb. 4a), darüber horizontal geschichteter Feinsand (Sh)

Lithofaziestypen nach MIALL (1978)

Schichtkomplex "l" bis "m" bildet eine Abfolge von rippelgeschichtetem Feinsand [Kappa-Schrägschichtungskörper (ALLEN, 1963), Taf. 2, Fig. 2] und Mittelsand, basal mit isolierten Kiesgeröllchen. Spurenfossilien sind in "l" selten, in "m" hingegen lagenweise häufig. In die Abfolge ist eine ca. 50 cm mächtige Bank von stark sandigem, aber dennoch hartem Kalk in bioklastischer Algen-Schutt-Fazies ("n") eingeschaltet (Mächtigkeit schwankend).

miniferenfauna spiegelt diesen Trend wieder (vgl. HANSEN, MÜLLER & RÖGL, 1987). Schicht "f" als Sedimentlieferant für Schutthalde "v" (KOLLMANN, 1965) muß im Bereich der Schönwetter-Wellenbasis abgelagert worden sein. Der zweite Zyklus ist weniger deutlich ausgebildet. Er führt nur zu einer geringen Tiefenänderung. Das gesamte obere Badenien ist, bei geringen Schwankungen der Wassertiefe, in Summe regressiv, terrigener Einfluß macht sich verstärkt bemerkbar ("g"-"h" bzw. "l"-"m").

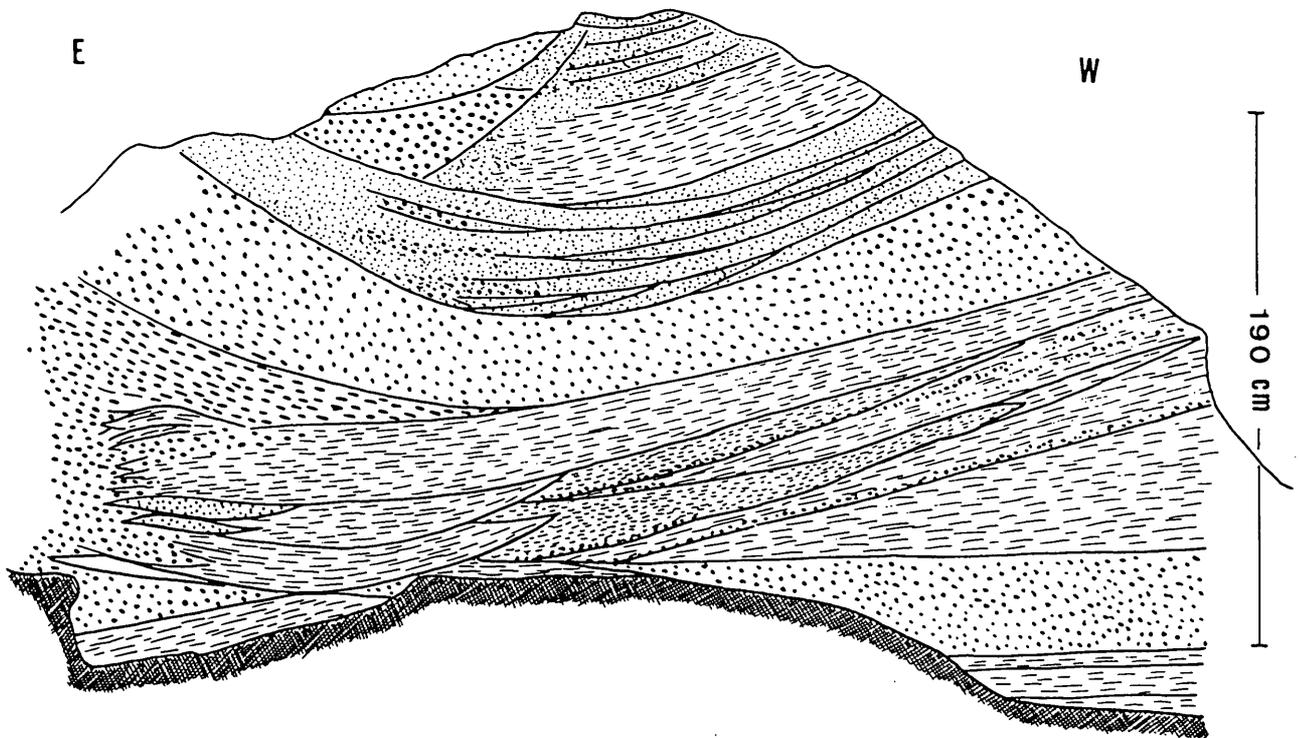


Abb. 5:

Aufschlußskizze, Dillach (nördlich Weissenegg):

Sandbarren hangend der obersten Leithakalkbank (Deltafront-Ablagerungen, Grenzbereich Badenien/Sarmatien): basal horizontal geschichteter Mittelsand und grobsandiger Kies; darin eingeschnitten Rinnen von Mittel- bis Grobsand, bisweilen Kiesgerölle an der Basis, lateral mit stark sandigem Kies verzahnd, unterbrochen von kiesgefüllter Rinne

Diese Phänomene sind im Leithakalk des Wildoner Buchkogels nicht anzutreffen.

Im Steinbruch Weissenegg lassen sich zwei Sedimentationszyklen unterscheiden: Eine erste Transgression beginnt mit "b", mit Schicht "e" ist die größte Wassertiefe erreicht. Die Rhodolithen nehmen an Größe zu. Die Fora-

Der Leithakalk greift weit gegen N vor. Sandige, distale Deltabildungen (Abb. 4 und 5) schließen die badenische Schichtfolge ab. Die darauffolgende Transgression gehört bereits dem Sarmatien an.

Die Ablagerungen der Flamberger Bucht sind analog der Florianer Bucht sturmbeeinflusste, bioturbate Feinklastika mit Schill-Lagen (OLZ). Härtlingsbänke zeigen eine wellig-erosive Basis und leichte Gradierung: Sediment wurde auch über turbiditartige Mechanismen transportiert. Grobsandbänke führen eine reiche Molluskenfauna.

Der Leithakalk ist hier stärker mergelig bis sandig ausgebildet, es dominieren Mollusken. Corallinaceen sind verhältnismäßig selten bzw. können überhaupt fehlen. Es handelt sich um marginale Äquivalente der basalen Kalke des Wildoner Buchkogels im Verzahnungsbereich mit den Siliziklastika.

Hangend des Kalkes folgen flachmarine, wellenbeeinflusste Sande mit Mollusken-Schill.

Die OLZ der Flamberger Bucht zeigt eine in Summe regressive Tendenz.

### 3. Riffe an der Ostflanke des Sausal

Das Paläozoikum des Sausal bildete das gesamte Badenien hindurch Inseln. In deren Schutz konnten sich in der LZ an der Ostflanke Korallenrasen und kleine Fleckenriffe entwickeln. Riffbildner sind vorwiegend die Stockkorallen *Porites* sp., *Montastrea* sp. und *Tarbellastrea* sp. (Taf. 2, Fig. 3; Taf. 3, Fig. 1; Taf. 3, Fig. 2), andere Korallen sind selten. Weitere Riffbewohner sind inkrustierende Corallinaceen, Bryozoen, Serpuliden, Balaniden, Crustaceen, Ostreen und andere Bivalven, Gastropoden und Echinoideen. Die Riffe sitzen entweder auf Untiefen oder direkt an den Flanken der Inseln.

Bei einem Korallenrasen bei Altenberg bilden Aufarbeitungsprodukte des paläozoischen Grundgebirges (Schiefer des Sausal) die Basis der tertiären Schichtfolge (Abb. 6). Das Transgressionskonglomerat ist gradiert, beginnend mit sehr schlecht gerundetem Schutt von 5–10 cm Durchmesser und gröber. Gegen das Hangende nimmt der Sandanteil zu, bei einer gleichzeitigen Abnahme der maximalen Korngröße sowie etwas besserer Rundung. Das Konglomerat wird zunehmend matrixgestützt. Laminierter, kiesig-feinsandiger Silt mit Pflanzenhäcksel bildet die Unterlage des Korallenrasens. Die starke Rekristallisation läßt keine Aussagen über etwaige Zonierung zu. Es ist lediglich eine Zunahme der inkrustierenden Corallinaceen mit größerer Wassertiefe zu beobachten. Mergelige Zwischenlagen sind selten.

Die Korallenstöcke wuchsen vorwiegend durch Sediment voneinander isoliert. Ein starres Gerüst ist nicht ausgebildet. Im Vergleich zu anderen patch reefs (Per-

nitschkogel, Retznei) wird eine nur geringe Zonierung angenommen. Die Korallen lebten zwar über der Sturmwellenbasis, waren aber durch die umgebenden Inseln und Untiefen vor stärkeren Wellen, aber auch vor größerer Wassertrübe geschützt (vgl. GEISTER & UNGARO, 1977).

Andere Korallengemeinschaften bildeten dagegen sehr wohl ein (starres) Riffgerüst und waren dem Einfluß stärkerer Wellen ausgesetzt (z.B. Stbr. Tittenbacher bei Leibnitz, Nikolaikapelle bei St. Nikolai/Sausal).

Am Pernitschkogel ist die Riffentwicklung durch ein lokales Fan-Delta (WESCOTT & ETHRIDGE, 1980) aus dem Sausal unterbrochen. Neben Kristallingeröllen (vorwiegend Pegmatit und Gneis bis zu 20 cm Durchmesser, aber auch Glimmerschiefer) und Sausal-Schiefer fallen Gerölle von paläozoischen Karbonaten [Barrandekalk, Crinoidenkalk, Dolomitsandstein (?) u.a.] auf. WINKLER-HERMADEN (1939) nimmt daher eine Schüttung von N aus dem Grazer Paläozoikum an. Dagegen sprechen die Größe der Gerölle, der schlechte Rundungsgrad, sowie das Fehlen jeglicher Hinweise auf einen solchen Transport in der Florianer Bucht (KOPETZKY, 1957). Als Liefergebiete sind heute vollständig der Erosion zum Opfer gefallene Bereiche, entweder des Sausal-Paläozoikums oder des Remschnigg-Poßruck-Paläozoikums, anzusehen. [Das von HERITSCH (1933) angegebene Vorkommen von Barrandekalk im Poßruck wird von BUGGISCH, KLEINSCHMIDT & LÜTKE (1975) demontiert].

In der Diskordanz zwischen schräggeschichtetem Konglomerat und söhligem Leithakalk wollte WINKLER-HERMADEN (1939) die "Steirische Gebirgsbildungsphase" erkennen.

### 4. Steinbruch Retznei

Die Entwicklungsgeschichte des Leithakalks im Steinbruch Retznei ist durch ein vorgegebenes Relief bestimmt (Abb. 7). Der karpatische Schlier ist nicht mehr abgeschlossen. Feinsand, der in Rinnen angereichert Gerölle bis 10 cm Durchmesser führt, bildet das tiefste Element der Schichtfolge ("Geröllmergel"). Die Grenze zum Leithakalk zeichnet sich ebenfalls durch eine stärkere Geröllführung aus. Brocken von aufgearbeitetem Schlier sind angebohrt. Die basalen Anteile des patch reefs zeigen folgende Zonierung:

Ein Korallenrasen, bestehend aus lagigen, wenige Zentimeter hohen Kolonien von *Porites* sp., aber auch bereits *Tarbellastrea* sp. und *Montastrea* sp., tritt nur in den äußeren, tieferen Bereichen direkt über dem "Geröllmergel" auf. Rhodolithen und Algenschutt sind häufig. Im

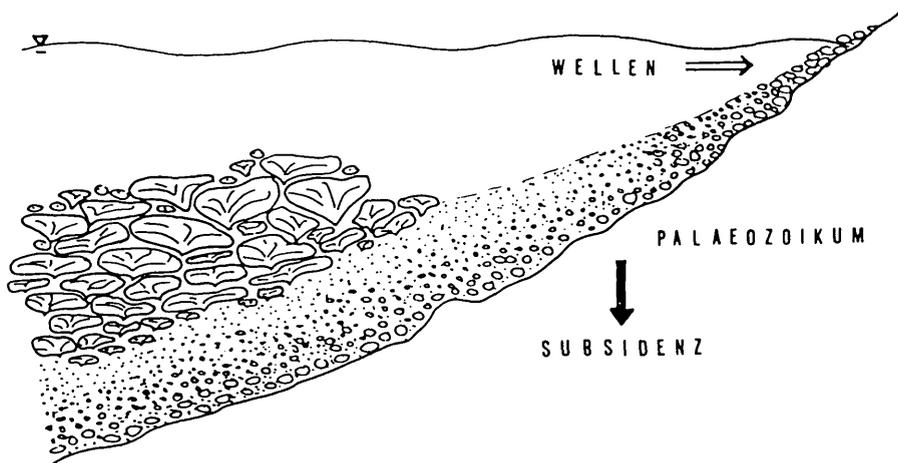


Abb. 6:

Schematische Skizze zur Entwicklung des Korallenriffs von Altenberg bei Leibnitz (Erläuterungen siehe Text)

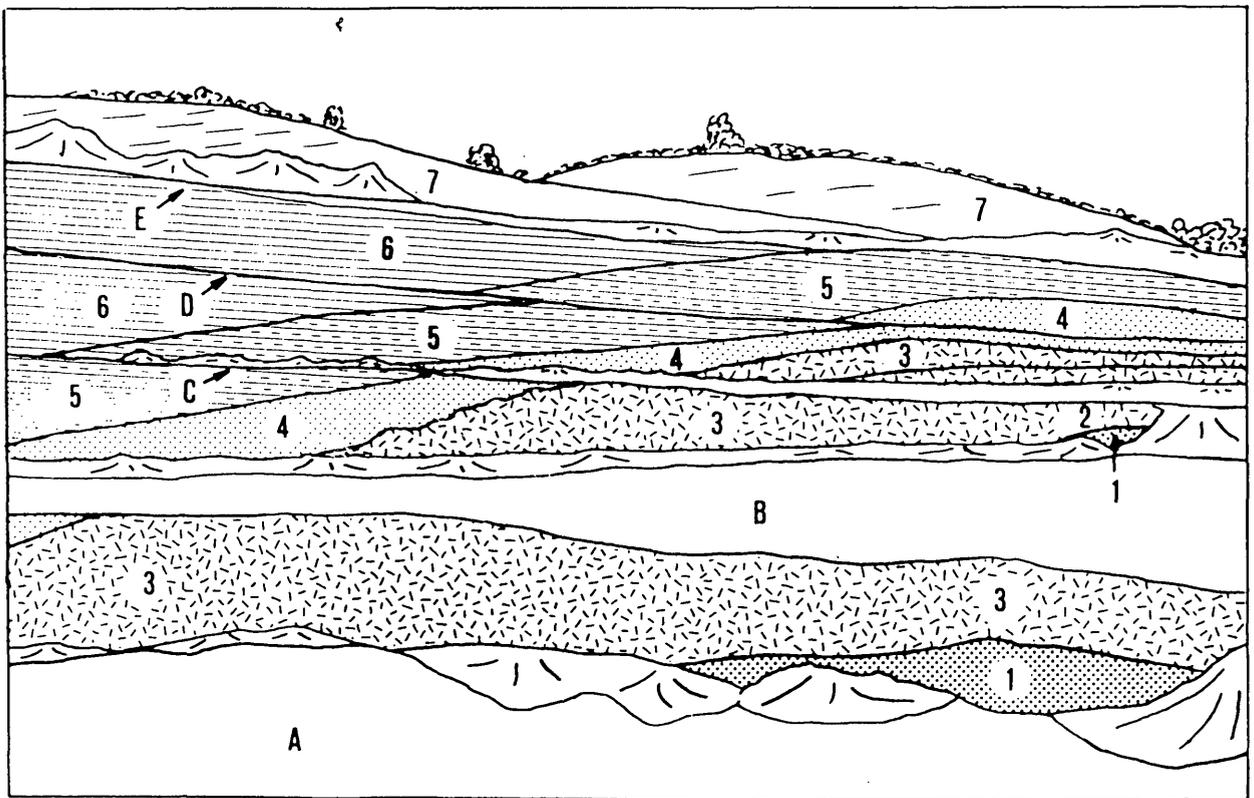


Abb. 7:

Steinbruch Retznei (maßstäbliche Zeichnung, Etagenhöhe zwischen 7 und 10 m)

- |   |  |     |  |
|---|--|-----|--|
| 1 | "Geröllmergel"   | 5   | mergeliger Rhodolithen-Schuttkalk (bioklastische Rhodolithen-Schutt-Fazies)  |
| 2 | Sandstein mit Crustaceenresten, überlagert von Rhodolithenkalk (vgl. Taf. 2, Fig. 4; Abb. 8) | 6   | mergeliger Rhodolithen-Schuttkalk (bioklastische Rhodolithen-Schutt-Fazies) mit zwei Horizonten mit großen Stöcken von <i>Montastrea</i> sp. |
| 3 | Korallen(riff)kalk   | 7   | Hangendsande   |
| 4 | Algenschuttkalk (Foraminiferen-Algen-Schutt-Fazies)  | A-E | Etagen   |

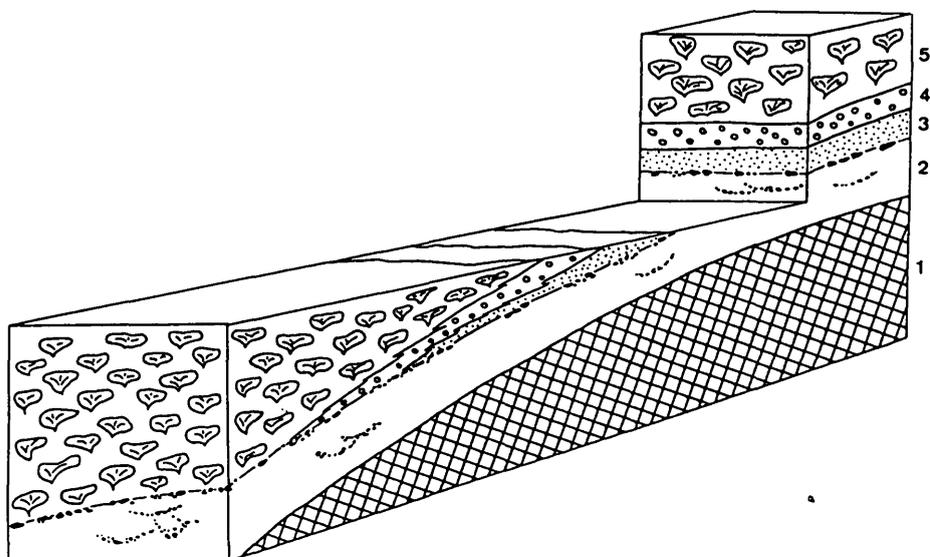


Abb. 8:

Steinbruch Retznei; schematisches Blockbild der Basisentwicklung des Korallenriffs:

- |   |   |   |  |
|---|---|---|--|
| 1 | "Schlier", Karpatien (derzeit im Steinbruch nicht aufgeschlossen) | 3 | Sandstein mit Crustaceenresten: Seegraswiese |
| 2 | "Geröllmergel"  | 4 | Rhodolithenkalk                              |
|   |   | 5 | Korallen(riff)kalk                           |

Zentrum der Untiefe wird der Korallenrasen von einer Seegraswiese vertreten. Bewohner sind Crustaceen, seltener Bivalven, Serpuliden und Rhodolithen. Epiphytische Foraminiferen sind häufig. Seegraswiese und Korallenrasen sind durch einen Rhodolithengürtel getrennt (Abb. 8; Taf. 2, Fig. 4).

Im Zuge der unterbadensischen Transgression ergreifen die Korallen von fast der gesamten Untiefe Besitz und bilden ein lockeres Riffgerüst. Innerhalb des Riffs lassen sich folgende Kleinbereiche unterscheiden:

- Kleine, ästige *Porites*-Kolonien, die zusammen mit wenigen Stöcken von *Montastrea* sp. und *Tarbellastrea* sp. ein lockeres Gerüst bilden. Inkrustierende Algen sind häufig.
- Massige *Porites*-Stöcke, zusammen mit *Tarbellastrea* sp. und seltener *Montastrea* sp., vereinzelt Rhodolithen und Algenschutt.
- Große (ca. 1 m Durchmesser) Stöcke von *Montastrea* sp., daneben *Porites* sp. und Algen in der Außenzone des Riffs.
- Kleine, massige *Porites*-Kolonien, algenumkrustet, gemeinsam mit großen, ästigen Rhodolithen, kennzeichnen den Abschluß der Riffentwicklung.

Der hangendste Teil des Riffs zeigt bereits wieder regressive Tendenzen. Es folgt ein Algenschutt, der im seichten Wasser von der Brandung aufgearbeitet worden war ("Aflenzer Stein"). Der Schutt erreicht kaum Korngrößen über 1 mm, Makrofossilien fehlen. Unterhalb der Schönwetter-Wellenbasis ist der Algenschutt größer (bis 1 cm Durchmesser), unversehrte Rhodolithen sind häufiger. Weitere Bewohner sind: *Daira speciosa* (REUSS), *Porites* sp. in kleinen, massigen Kolonien, Ostreen, Pectiniden und andere Mollusken, Fische und Foraminiferen [Leithakalkfauna, reich an Milioliden, *Borelis melo* (FICHTEL & MOLL) u.a.].

Darüber leitet ein mergeliger Rhodolithenkalk eine stärkere Transgressionsphase ein. Die wenig anspruchsvolle Koralle *Porites* sp. bildet flache, inkrustierende Kolonien. In zwei Horizonten kommen große Stöcke von *Montastrea* sp. vor.

Toniger, mergeliger Silt und Feinsand schließen die aufgeschlossene Schichtfolge ab. *Portunus* sp., von einem Fossilienammler im Silt gefunden, trat nach MÜLLER (1984) in Wassertiefen von 20 bis 30 m auf und wird rezent bis in 70 m Tiefe beobachtet (RIEDL, 1980). Kleine, zartschalige Mollusken und Echinoideen sind häufig. Die Foraminiferenfauna weist ebenfalls auf etwas tieferes Wasser hin. Die Sande zeigen stellenweise turbiditatigen Charakter ( $T_{\text{re}}$ -Zyklen, Abb. 9).

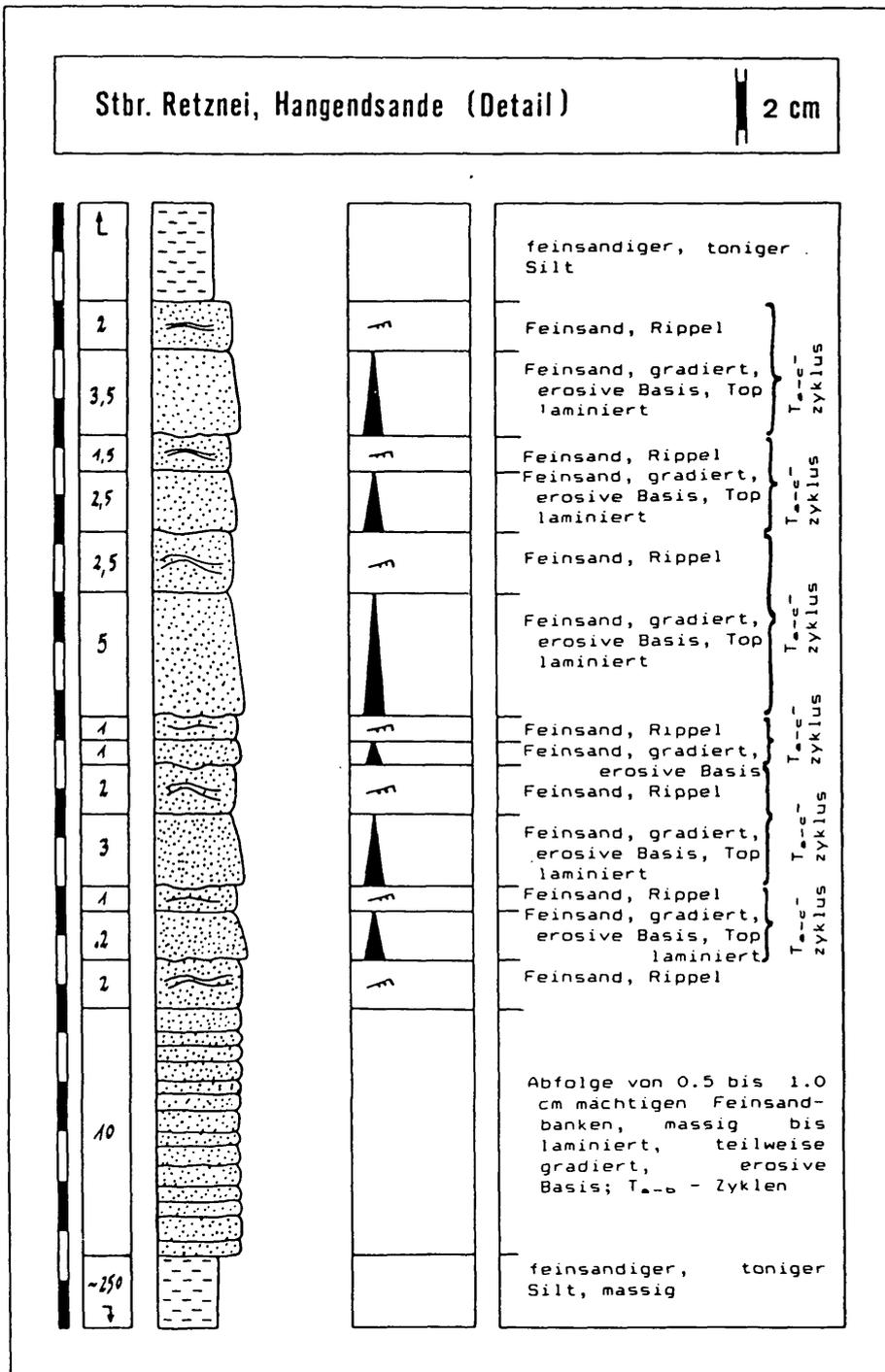


Abb. 9:

Steinbruch Retznei; Detailprofil aus den Hangendsanden:

Die ca. 40 cm mächtige Abfolge von Feinsand, die in feinsandig-tonigen Silt eingeschaltet ist, zeigt turbiditartigen Charakter (T<sub>ac</sub>-Zyklen).

## 5. Schlußfolgerungen

### 5.1. Lagenidenzone

Die ULZ beginnt mit einer Transgression, die über die Sausalschwelle weit nach Westen vorgreift. Im Steinbruch Retznei kommt dies in der Basisentwicklung des Fleckenriffs (langsameres Besetzergreifen der Korallen über die gesamte Untiefe mit zunehmender Wassertiefe) zum Ausdruck. Die Transgression wird durch eine kurze Phase geringerer Wassertiefe (Ablagerung des "Aflenzer Steines") unterbrochen. Die Haupttransgression erfolgt in der höheren ULZ und unteren OLZ (mergeliger Rhodolithenkalk und Hangendsande). Die Riffe an den Inseln des Sausal unterstreichen den transgressiven Trend im unteren Badenien (Altenberg bei Leibnitz).

Der Raum Wildon ist in der OLZ eine schlammige Lagune von ca. 40 m Wassertiefe. Sediment wird durch Trübestrome und Stürme von (? Fan-) Deltas her eingebracht und in den dazwischenliegenden ruhigen Zeiten von einer reichen Infauna überarbeitet. Die Lagune ist durch Sandbarren (aufgearbeitete Delta-Front-Sedimente) gegliedert. Auf Hochzonen bilden sich die ersten Leithakalkbänke. An der Grenze OLZ/SZ ist eine Verminderung der Wassertiefe zu verzeichnen, die zur Bildung der unteren Schutthalde im Steinbruch Weissenegg führt.

### 5.2. Sandschalerzone, Buliminen-Bolivinen-Zone

Diese beiden Zonen sind im Süden der Erosion zum Opfer gefallen. Im Raum Wildon sind sie anhand von Foraminiferen nicht voneinander zu trennen und werden daher gemeinsam behandelt.

Die untere SZ ist durch eine kontinuierliche Transgression gekennzeichnet. Seegraswiesen unterbrechen das Rhodolithenwachstum zu Zeiten größerer Wassertrübe. In der oberen SZ nimmt die Wassertiefe rasch ab, die obere Schutthalde wird gebildet. Die Sedimente der BBZ (?) zeigen eine geringe Eintiefung und Meeresspiegelschwankungen, während in der Florianer Bucht regressivere Bedingungen herrschen. Der Leithakalk greift weit gegen Norden vor. An der Grenze Badenien/Sarmatien dominieren sandige Delta-Front-Ablagerungen. Die darauffolgende sarmatische Transgression bringt eine starke Salinitätsreduktion und Faunenendemismus.

Die Frage, inwieweit diese lokalen Tendenzen überregionalen Charakter zeigen, muß offen bleiben. Es gilt allerdings zu bedenken, daß in einem Flachmeer, wie dem Weststeirischen Becken im Badenien, bereits geringfügige Änderungen der Wassertiefe starke Verschiebungen der Faziesgrenzen bewirken.

## Literatur

- ALLEN, J.R.L. (1963): The classification of cross-stratified units, with notes on their origin. - *Sedimentology*, **2**, 93–114, 4 Abb., 2 Tab., Oxford.
- BUGGISCH, W., KLEINSCHMIDT, G. & LÜTKE, F. (1975): Die Einstufung von altpaläozoischen Kalken in Sausal und Remschnigg (Steiermark, Österreich) aufgrund von Conodonten. - *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.*, **1975/5**, 263–278, 3 Abb., 2 Tab., Stuttgart.
- DECELLES, P.C. (1987): Variable preservation of middle Tertiary coarse-grained nearshore to outer shelf storm deposits in southern California. - *Jour. Sed. Petrol.*, **57**, 2, 230–264, 9 Abb., Tulsa.
- DULLO, W.-C. (1983): Fossilidiagenese im miozänen Leitha-Kalk der Paratethys von Österreich: Ein Beispiel für Faunenverschiebungen durch Diageneseunterschiede. - *Facies*, **8**, 1–112, 22 Abb., 2 Tab., 15 Taf., Erlangen.
- FLÜGEL, H.W. (1972): Das Steirische Neogenbecken. - *Exkursionsführer 42. Jahresverslg. Paläont. Ges.*, 199–227, 11 Abb., 3 Tab., Graz.
- FLÜGEL, H.W. (1977): Ein *Myliobatis*-Fund aus dem Badenium von Weissenegg (Stmk.). - *Mitt. Naturw. Ver. Stmk.*, **107**, 65–66, 2 Abb., Graz.
- FLÜGEL, H.W. (1986): Ein neuer Fund von *Portunus monspeliensis* (A. MILNE-EDWARDS) aus dem Badenium von Retznei (Stmk.). - *Mitt. Naturw. Ver. Stmk.*, **116**, 91–96, 2 Taf., Graz.
- FLÜGEL, H.W. & NEUBAUER, F. (1984): Geologische Karte der Steiermark, 1:200 000, Geol. B.-A., Wien.
- FRIEBE, J.G. (1987): Eine Krabben-Fauna aus dem Leithakalk (Badenien) von Wurzing bei Wildon, Steiermark. - *Mitt. Naturw. Ver. Stmk.*, **117**, 57–65, 3 Abb., 2 Taf., Graz.
- GEISTER, F. (1983): Holozäne westindische Korallenriffe: Geomorphologie, Ökologie und Fazies. - *Facies*, **9**, 173–284, 57 Abb., 8 Tab., Erlangen.
- GEISTER, J. & UNGARO, S. (1977): The oligocene coral formations on the Colli Berici (Vicenza, northern Italy). - *Eclogae Geol. Helv.*, **70**/ 3, 811–823, 3 Abb., Basel.
- HANSEN, H.J., MÜLLER, C. & RÖGL, F. (1987): Paleobathymetry of Middle Miocene (Badenian) marine deposits at the Weissenegg quarry (Styrian Basin, Austria). - *Ann. Naturhist. Mus. Wien*, **89 A**, 15–36, 8 Abb., 4 Tab., Wien.
- HERITSCH, F. (1933): Paläozoikum im Poßruck. - *Jb. Geol. B.-A.*, **83**, 1–4, Wien.
- HILBER, V. (1877): Die Miocänschichten vom Gamlitz bei Ehrenhausen in Steiermark. - *Jb. Geol. R.-A.*, **27**, 251–270, 1 Taf., Wien.
- HILBER, V. (1878): Die Miozänablagerungen um das Schiefergebirge zwischen den Flüssen Kainach und Sulm in Steiermark. - *Jb. Geol. R.-A.*, **28**, 505–580, 1 Abb., 1 Karte, Wien.

- HILBER, V. (1913): Eine Diskordanz im Steirischen Leithakalk. - Mitt. Geol. Ges. Wien, 6, 229–233, 1 Taf., Wien.
- KOLLMANN, K. (1965): Jungtertiär im Steirischen Becken. - Mitt. Geol. Ges. Wien, 57, 479–632, 2 Abb., 6 Taf., Wien.
- KOPETZKY, G. (1957): Das Miozän zwischen Kainach und Laßnitz in Südweststeiermark. - Mitt. Mus. f. Bergbau, Geol. Techn. Landesmuseum Joanneum, 18, 1–112, 2 Abb., 1 Karte, 1 Foraminiferenliste, Graz.
- MIALL, A.D. (1978): Lithofacies types and vertical profile models in braided rivers: a summary. - In: MIALL, A.D. (ed.): Fluvial sedimentology. - Can. Soc. Petrol. Geol. Mem., 5, 597–604, 1 Abb., 2 Tab., Calgary.
- MÜLLER, P. (1984): Decapod Crustacea of the Badenian. - Geol. Hung., Ser. paleont., 42, 1–317, 12 Abb., 4 Tab., 97 Taf., Budapest.
- RIEDL, R. (1970): Fauna und Flora der Adria, - 702 S., 2950 Abb., Hamburg und Berlin (Parey).
- ROLLE, F. (1855): Über einige neue Vorkommen von Foraminiferen, Bryozoen und Ostracoden in den tertiären Ablagerungen Steiermarks. - Jb. Geol. R.-A., 6, 351–354, Wien.
- ROLLE, F. (1856): Die tertiären und diluvialen Ablagerungen in der Gegend zwischen Graz, Köflach, Schwanberg und Ehrenhausen in der Steiermark. - Jb. Geol. R.-A., 7, 535–602, Wien.
- STUR, D. (1871): Geologie der Steiermark. Erläuterungen zur geologischen Übersichtskarte des Herzogtums Steiermark, Graz, 1856. - Herausgegeben i.A. d. geognostisch-montanistischen Ver. f. Stmk., XXXI & 645 S., Graz.
- WESCOTT, W.A. & ETHRIDGE, F.G. (1980): Fan-delta sedimentology and tectonic setting - Yallah fan-delta, southeast Jamaica. - AAPG-Bull., 64/3, 374–399, 15 Abb., 1 Taf., Tulsa.
- WINKLER-HERMADEN, A. (1939): Aufnahmebericht für 1938 des Chefgeologen Dr. Artur Winkler-Hermaden über das Blatt Wildon-Leibnitz (5255). - Verh. Reichsstelle f. Bodenforschung (früher Geol. B.-A.), 1939/1–3, 101–102, Wien.

*Anschrift des Verfassers:*

*J. Georg Friebe, Institut für Geologie und Paläontologie, Heinrichstr. 26, A-8010 Graz*

eingereicht: 26. Aug. 1988

angenommen: 26. Sept. 1988

## Tafelerläuterungen

### Tafel 1

Fig. 1: Dünnschliff-Negativbild: Leithakalk in Foraminiferen-Algen-Schutt-Fazies: Algenschutt (1), Foraminiferen [z.B. *Amphistegina haueri* d'ORBIGNY (2)] und andere Biogene (Mollusken-Schill etc.) sind sparitisch zementiert. Ehemals aragonitische Biogene sind vollständig in Calcit umgewandelt und nur noch an ihrer Mikritrinde (3) bzw. an der Umkrustung durch Corallinaceen (4) zu erkennen. Ein kleiner Fleck zeigt noch die ursprüngliche, teilweise mikritische Grundmasse (5).

Steinbruch Weissenegg (Nordwestteil), Schicht "v".  
Bildausschnitt ca. 13 x 19 mm.

Fig. 2: Dünnschliff-Negativbild: Leithakalk in bioklastischer Rhodolithen-Schutt-Fazies: Die Algen *Lithothamnium* sp. (Corallinaceae) (1) und *Solenomeris* sp. (Solenoporaceae) (Durchmesser ca. 13 mm) von säulenförmiger Wachstumsform mit dicken Ästen (hochenergetisches Milieu). Der Rhodolith ist - besonders im Zentrum - angebohrt (3), ehemalige Hohlräume zeigen ein Geopetalgefüge (4). Die Grundmasse ist vorwiegend mikritisch, die Umkristallisation von Aragonit zu Calcit ist nur gering. Die Foraminifere *Borelis melo* (FICHTEL & MOLL) (5) weist ebenfalls auf geringe Wassertiefe hin.

Steinbruch Weissenegg (Südostteil), Schicht "d".  
Bildausschnitt ca. 16 x 24 mm.

### Tafel 2

Fig. 1: Steinbruch Weissenegg, Nordwestteil: die jüngere Schutthalde "v", darüber Schicht "f" bis "k".  
Aufschlußhöhe ca. 40 m.

Fig. 2: Steinbruch Weissenegg, Südostteil: Schichtkomplex "m" (umgelagerte Delta-Front-Sedimente): rippelgeschichteter Sand (climbing ripples), überlagert von horizontal geschichtetem Sand.

Fig. 3: Stock von *Montastrea* sp.; Waldschach, Nikolaikapelle.

Fig. 4: Steinbruch Retznei, Etage B: Basisentwicklung des Fleckenriffs (Erläuterungen siehe Abb. 8 bzw. Text).  
Aufschlußhöhe ca. 5 m.

### Tafel 3

Fig. 1: Stock von *Tarbellastrea* sp.; Waldschach, Nikolaikapelle.

Fig. 2: Stock von *Porites* sp.; Waldschach, Nikolaikapelle.  
Bildbreite ca. 15 cm.

Tafel 1

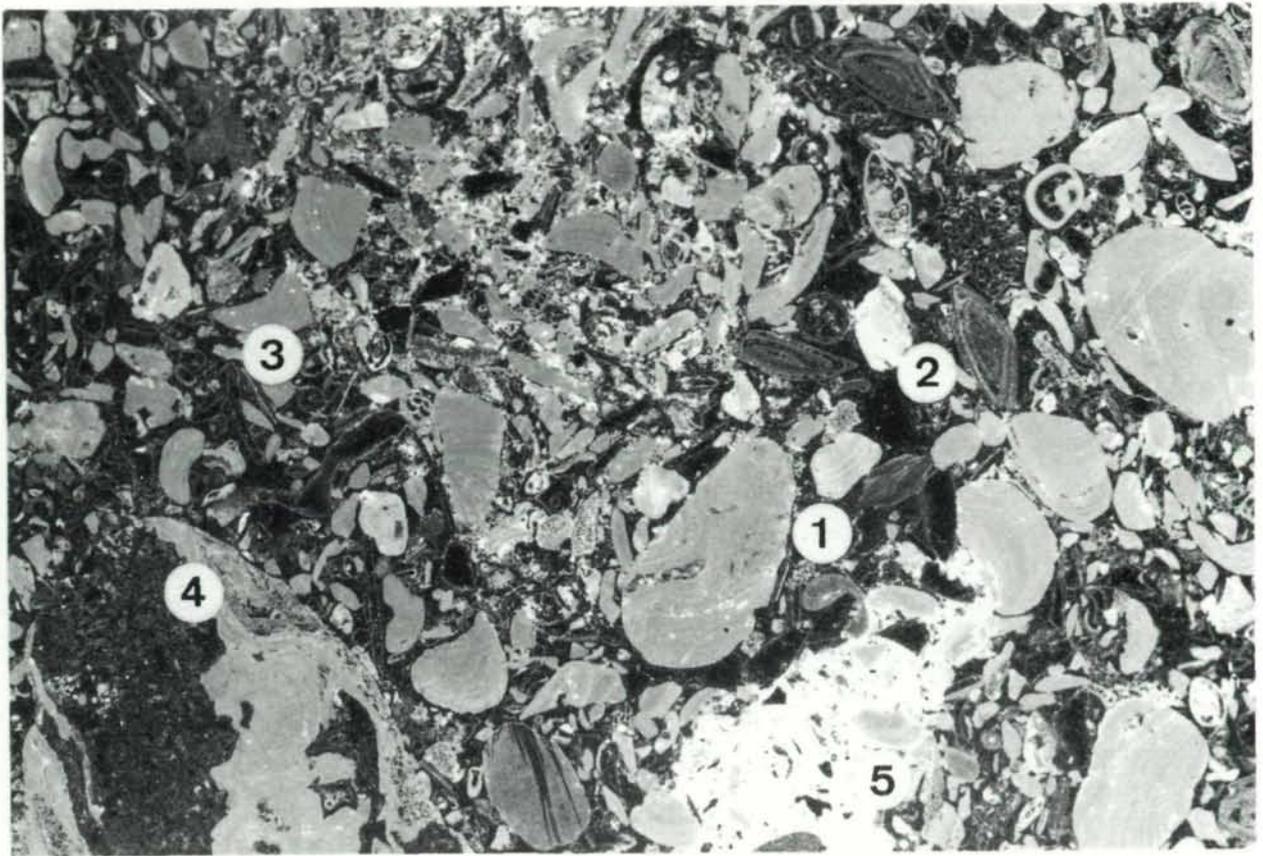


Fig. 1

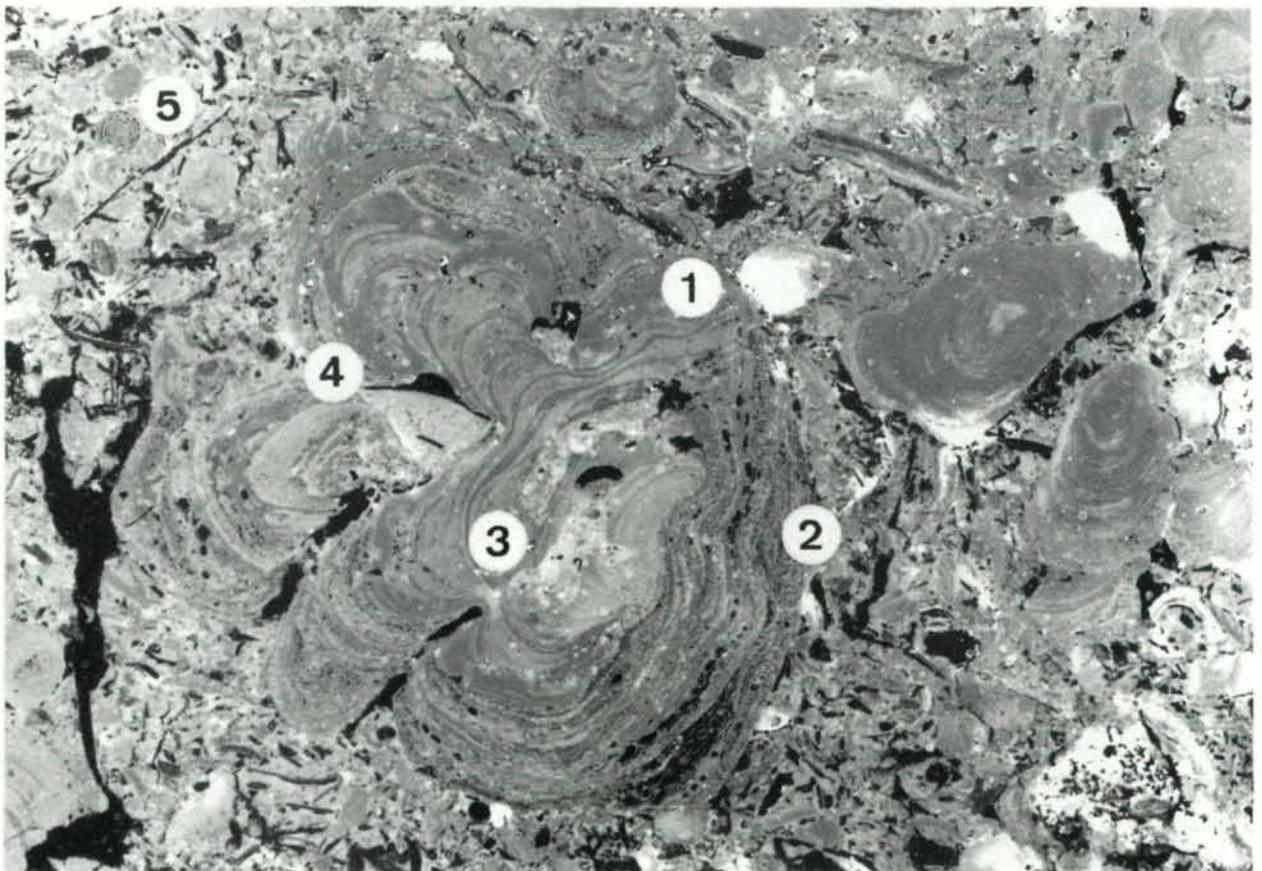


Fig. 2



Fig. 1

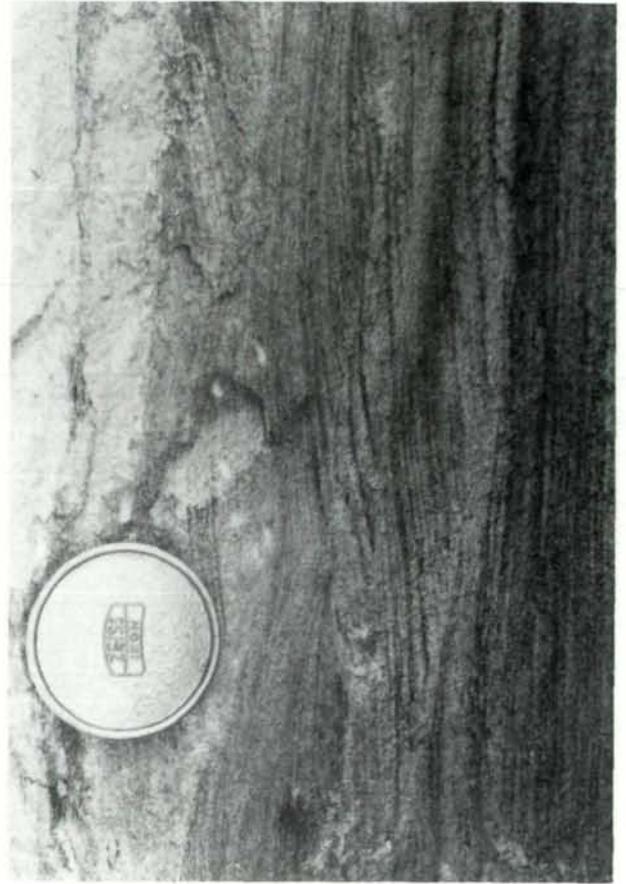


Fig. 2



Fig. 3

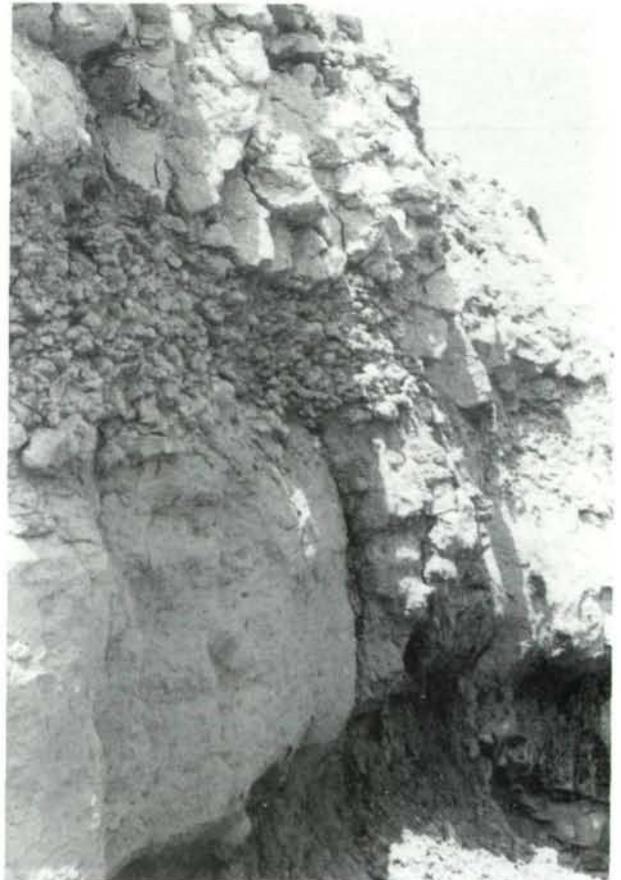


Fig. 4

Tafel 3



Fig. 1

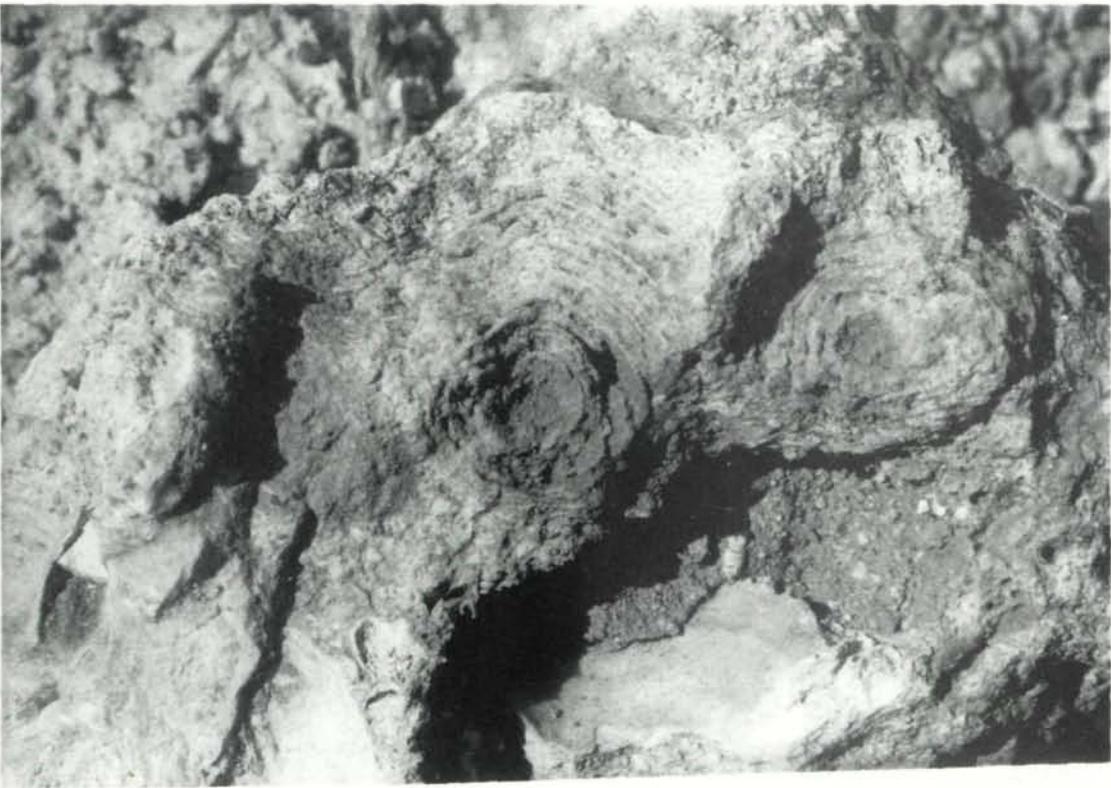


Fig. 2