

**Mikrofazielle Untersuchungen in der alpinen Trias
Methoden und Probleme**

Erik Flügel

9 Tafeln, 1 Beilage, 1 Abbildung und 5 Tabellen

Anschrift:

Prof. Dr. Erik Flügel,
Lehrstuhl für Paläontologie,
Universität Erlangen–Nürnberg,
Schloßgarten 5,
D-852 Erlangen, BRD

Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud.	21. Bd.	S. 9 – 64	Innsbruck, 1972
-------------------------------	---------	-----------	-----------------

Inhalt:

Einleitung	11
1 Das Mikrofazies-Konzept	12
2 Voraussetzungen und Methoden	14
2.1 Beschreibende Erfassung von textuellen Bestandteilen von Karbonat- gesteinen	14
2.1.1 Mikrofazielles Glossarium	16
2.2 Bemerkungen zur Nomenklatur und Klassifikation von Karbonaten . . .	20
2.3 Fazies-sedimentologischer Aussagewert von mikrofazialen Merkmalen und Merkmalsblöcken	27
3 Mikrofazies-Typen	27
4 Übersicht über mikrofaziale Untersuchungen in der nordalpinen Trias . . .	35
5 Notwendigkeiten	38
Literatur	40

Summary

Microfacies studies in the Alpine Triassic – Methods and Problems.

Microfacies concept (p.12): During the investigations of Triassic carbonates (and clastics) from the Northern and Southern Alps thin-section analysis is used in order to clarify the following problems: (1) Reconstruction of bio- and lithofacial environments, (2) Paleogeographic reconstructions, (3) Microfacies inventory of lithostratigraphic units or micropaleontological inventory of stratigraphic units, (4) Additional resource together with the review of litho- and biostratigraphic units, (5) Lithologic sub-divisions of rock-units, (6) Chronostratigraphic investigations, (7) Paleocological investigations, (8) Studies dealing with diagenesis, (9) Investigations of ore-deposits.

Assumptions and methods (p.14): In order to unify the methods used in microfacies studies a glossary of technical terms is given (p.16to20) followed by a working scheme („MF-Analyse“, see supplement). The working scheme consists of 10 groups of characteristics (biofraction, paleontological characteristics, depositional types (according to DUNHAM 1962, and EMBRY & KLOVAN 1972) matrix types, particle types, modal analysis, particle size-analysis, roundness and sphericity of particles, terrigenous elements, textural data). Table 2 (p.23) shows what statements can be made using these groups of characteristics.

Microfacies types (p.20): Microfacies types can be defined by subjective diagnosis using qualitative characteristics together with a description of type localities and type sections (p.21), or by numerical classification using multivariate statistics, or by considering of those characteristics only which give valuable hints to environmental analysis (p.22); examples are given for Middle Triassic and, specially, for Upper Triassic limestones, see p.33, and plates.

Review of microfacies studies in the Triassic of the Northern Alps (p.35): According to the review a few rock-units have been studied intensively until now by thin-sections (e. g. Alpiner Muschelkalk, Wetterstein-Kalk, Raibler beds, Hauptdolomit, Dachstein-Kalk, Rätolias-Riffkalk, Hallstatt-Kalk). More information is needed for the Lower Triassic Werfener beds, for the Lunzer beds, and for carbonates of the Carnian stage.

Further studies: (p.38): Further microfacies studies should deal with the recognition of lithocongruent communities, description of microfacies variations and a thorough paleontological investigation, specially of foraminifera, calcareous sponges, hydrozoans, corals, bryozoans, and calcareous algae.

Einleitung

Die Notwendigkeit einer genauen Untersuchung von paläontologischen und sedimentologischen Merkmalen der Schichtgruppen der alpinen Trias mit Hilfe von Dünnschliffen wurde bereits frühzeitig erkannt (PETERS 1856, GÜMBEL 1871, MOJSISOVICS 1874, WÄHNER 1903, HEINRICH 1913); aber erst die grundlegenden Arbeiten von Bruno SANDER (1936) und Julius PIA (1932) und die fazielle Typisierung von mittel- und obertriadischen Riffkalcken- und Faunen (VORTISCH 1926, LEUCHS 1928, SIEBER 1937) schufen die Voraussetzungen für die im alpinen Raum etwa 1950, verstärkt ab 1960, einsetzenden Mikrofazies-Studien (Abb. 1).

Der von BROWN (1943) und CUVILLIER (1951) eingeführte Name Mikrofazies charakterisiert in erster Linie eine Methode – die auf der Schliffanalyse aufgebaute Untersuchung von Sedimentgesteinen, insbesondere von Karbonaten, mit dem Ziel sedimentologisch-fazieller und/oder paläontologisch-stratigraphischer Aussagen. Mikrofazies als die Gesamtheit der im Kleinbereich typisierbaren paläontologischen und petrographischen Daten (E. FLÜGEL 1963) ist daher ein Thema, das in gleicher Weise Paläontologen, Geologen, Sedimentpetrographen und Geochemiker beschäftigt.

Die vorliegende Arbeit strebt keine zusammenfassende Übersicht über den augenblicklichen Stand mikrofaziieller Untersuchungen in den Sedimenten der Alpenen Trias an. Eine derartige Darstellung wird durch unterschiedliche Zielsetzungen und durch unterschiedliche Untersuchungsmethoden erschwert; zudem läßt das reichhaltige Vortragsprogramm des Innsbrucker Symposiums wesentliche, bisher unbekannte Ergebnisse erwarten. Der Schwerpunkt der Darstellungen liegt daher auf dem Versuch, eine Vereinheitlichung der Bearbeitungsmethoden und eine Präzisierung der Zielsetzungen anzuregen. Einige Beispiele aus der Literatur und aus laufenden Arbeiten des Verfassers sollen zeigen, welche Möglichkeiten für weitere Mikrofazies-Studien in der Alpenen Trias bestehen.

1 Das Mikrofazies-Konzept

In allen bisher vorgeschlagenen Definitionen des Begriffes Mikrofazies kommt zum Ausdruck, daß Mikrofazies durch die Untersuchungsmethode (Dünn- und Anschliffe, Folienabzüge) und durch den Untersuchungsbereich (Schliff- bis Handstücksbereich) definiert werden kann. Abhängig von den Interessen des Bearbeiters, von der Fragestellung und vom Untersuchungsmaterial finden wir zwei bevorzugte Untersuchungsrichtungen – die paläontologische Beschreibung und Bestimmung der in Dünnschliffen typisierbaren Mikrofossilien und die sedimentologisch-lithofazielle Unterscheidung von Sedimenttypen. Während die erstgenannte Untersuchungsrichtung vorwiegend stratigraphische Aussagen anstrebt (z. B. PAPP & TURNOVSKY 1970), sollen durch die Erfassung von sedimentologischen Parametern Hinweise auf Umwelts- und Ablagerungsbedingungen ermittelt werden (z. B. CZURDA & NICKLAS 1970).

Anzustreben ist Verbindung der paläontologischen und sedimentologischen Fragestellung und Untersuchungsmethodik und damit eine Einordnung der mikrofaziiellen Studien in umfassende und großräumige Faziesanalysen. Derart betrachtet, stellen Mikrofazies-Untersuchungen lediglich eine methodische Verfeinerung des klassischen Fazieskonzeptes im Sinne von GRESSLY dar (C. TEICHERT 1958).

Die bisher in der alpinen Trias durchgeführten mikrofaziiellen Untersuchungen gingen zunächst von paläontologisch-stratigraphischen Fragestellungen aus (Dasycladaceen-Studien, J. PIA) oder verfolgten karbonatpetrographische Fragen (Anlagerungsgefüge, B. SANDER). Die heutigen Zielsetzungen können durch neun Problemkreise umrissen werden:

(1) Untersuchungen mit dem Ziel der Rekonstruktion von Lebens- und Ablagerungsbedingungen (Beispiele: Alpiner Muschelkalk und Wettersteinkalk – J. FRISCH 1968, Fl. KUBANEK 1969, E. OTT

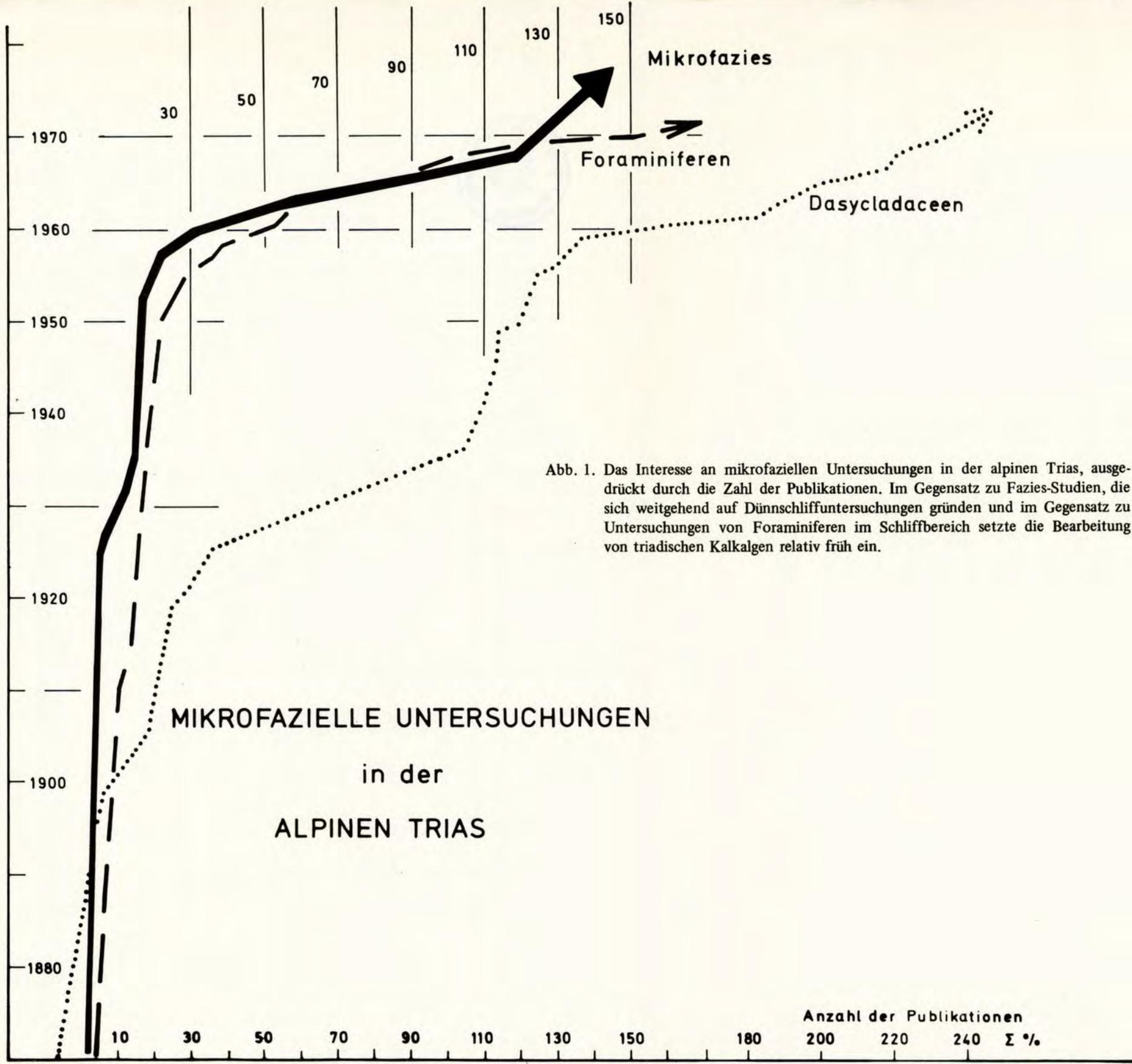


Abb. 1. Das Interesse an mikrofaziellen Untersuchungen in der alpinen Trias, ausgedrückt durch die Zahl der Publikationen. Im Gegensatz zu Fazies-Studien, die sich weitgehend auf Dünnschliffuntersuchungen gründen und im Gegensatz zu Untersuchungen von Foraminiferen im Schliffbereich setzte die Bearbeitung von triadischen Kalkalgen relativ früh ein.

MIKROFAZIELLE UNTERSUCHUNGEN
in der
ALPINEN TRIAS

Anzahl der Publikationen
200 220 240 Σ %

1967, M. SARNTHEIN 1965 a und 1966; Dachsteinkalke und Dachsteinriffkalke sowie Kössener Schichten und Rätoliasriffkalke – F. H. FABRICIUS 1960, 1966 und 1968, A. G. FISCHER 1964, E. FLÜGEL & E. FLÜGEL-KAHLER 1963, OHLEN 1959, H. ZANKL 1969 und 1971; Hallstätter Kalke – J. RIECHE 1971, W. SCHLAGER 1969, W. SCHWARZACHER 1948; Hauptdolomit – BOSELLINI 1967, CZURDA & NICKLAS 1970, MÜLLER-JUNGBLUTH 1970).

(2) Untersuchungen mit dem Ziel von paläogeographischen Aussagen (Beispiele: Mitteltrias der Nordalpen – J. FRISCH 1968, F. HIRSCH 1966 und 1969, KARAGOUNIS 1962, KOBEL 1969, KUBANEK 1968, LAGNY 1968, SARNTHEIN 1965 b; Raibler Schichten – HARSCH 1968, JERZ 1964, 1965 und 1966, O. KRAUS 1969, G. SCHULER 1967, 1968 und 1971; Kössener Schichten und Rätoliasriffkalke – FABRICIUS 1966).

(3) Untersuchungen im Sinne einer Bestandsaufnahme der mikrofaziellen Merkmale einer lithostratigraphischen Einheit (Beispiele A) oder einer Übersicht über die im Schliffbereich zu beobachtenden Mikrofossilien (Beispiele B) (Beispiele zu A: Mitteltrias – E. FLÜGEL & M. KIRCHMAYER 1963 KIRCHMAYER 1963 (hierzu Berichtigungen durch SUMMERSBERGER 1966 a), GESSNER 1963 und 1967; Mürtzaler Kalke – E. FLÜGEL 1963 b; Pseudohallstätter Kalke – H. FLÜGEL & H. PETAK 1964; Hallstätter Kalke – E. FLÜGEL 1963 a; Hauptdolomit – MÜLLER-JUNGBLUTH 1970. Beispiele zu B: KOEHN-ZANINETTI 1969, PAPP & TURNOVSKY 1970).

(4) Mikrofazielle Daten als Hilfsmittel bei der Beschreibung und Neuuntersuchung von lithostratigraphischen Einheiten (Beispiele: Hallstätter Kalke – KRYSTIN, SCHÄFFER & SCHLAGER 1971, KRYSTIN & SCHLAGER 1971, W. SCHLAGER 1969).

(5) Untersuchungen mit Ziel einer lithologischen Untergliederung von Schichtgruppen (Beispiele: Mitteltrias – FRISCH 1968, KUBANEK 1969, SARNTHEIN 1965 a, 1965 b, SCHENK 1967, TOSCHEK 1968; Hauptdolomit – CZURDA & NICKLAS 1970, MÜLLER-JUNGBLUTH 1968 und 1970).

(6) Paläontologisch orientierte Untersuchungen mit dem Ziel von Altersdatierungen (Beispiele: Foraminiferen – KOEHN-ZANINETTI 1969, KRISTAN-TOLLMANN 1962, 1964, LEISCHNER 1959, 1961, OBERHAUSER 1964 u. a.; Crinoiden – KRISTAN-TOLLMANN 1970; riffbildende Organismen – E. FLÜGEL 1964, E. OTT 1967, OTT in KRAUS & OTT 1968).

(7) Paläontologisch orientierte Untersuchungen mit dem Ziel von Aussagen über Paläökologie und Fossilisation (Beispiele: BOLZ 1969, BRANDNER & BECHSTEDT 1970, KRYSTIN, SCHÄFFER & SCHLAGER 1971, W. MÜLLER 1969, WENDT 1970).

(8) Untersuchungen im Zusammenhang mit Fragen der Diagenese (Beispiele: GERMANN 1966, 1968, 1969, PURTSCHELLER 1962, ROSSI 1967, SCHWARZACHER 1948, WIESENER 1968, ZANKL 1969, ZORN 1970).

(9) Untersuchungen im Zusammenhang mit Fragen der Bildung von Erzlagerstätten (Beispiele; EPPENSTEINER 1965 und 1970, MAUCHER & SCHNEIDER 1967, H.-J. SCHNEIDER 1964, O. SCHULZ 1960 und 1970 u. a.).

Diese in der Praxis weniger scharf als in einer Aufzählung umrissenen und getrennten Problemkreise scheinen gegenwärtig in etwa gleich starker Weise Interesse zu finden. Es fällt jedoch auf, daß paläontologisch orientierte Untersuchungen mit dem Ziel von Aussagen über palökologische Zusammenhänge und über den Ablauf der Fossilisation derzeit noch relativ selten sind. Wie im Abschnitt „Notwendigkeiten“ (Seite 38) noch ausgeführt werden wird, kommt derartigen Untersuchungen jedoch eine wesentliche Bedeutung als Kontrollparameter zu.

2 Voraussetzungen und Methoden

Sofern faziell-sedimentologische Aussagen angestrebt werden, können die Voraussetzungen für mikrofazielle Untersuchungen und Typisierungen durch folgende Punkte charakterisiert werden:

- (a) Beschreibende Erfassung von texturellen Bestandteilen der Karbonatgesteine (Grundmasse-Typen, Komponenten-Typen u. a.)
- (b) Klare, reproduzierbare und verschiedenen Kalk-Klassifikationssystemen genügende Dokumentation der ermittelten Proben-Daten
- (c) Klärung des faziell-sedimentologischen Aussagewertes der mikrofaziellen Merkmale und Merkmalsblöcke
- (d) Zusammenfassung von vergleichbaren Proben zu Mikrofazies-Typen durch bevorzugte Berücksichtigung der verfügbaren, aussagekräftigen Merkmale
- (e) Herstellung des Bezuges zwischen Merkmalen und Aussagen des Kleinbereichs und Merkmalen und Aussagen des Aufschlußbereichs durch Berücksichtigung der primären Ablagerungstexturen der Karbonate und durch bevorzugte Interpretation der für bestimmte Umweltsbedingungen generell bezeichnenden „Mikrofazies-Haupttypen“.

Die mit diesen Punkten verbundenen Methoden werden nachfolgend am Beispiel mikrofazieller Untersuchungen in der alpinen Trias diskutiert.

2.1 Beschreibende Erfassung von texturellen Bestandteilen der Karbonatgesteine

Die karbonatsedimentologischen Grundlagen von Faziesstudien wurden in übersichtlicher Weise von MÜLLER-JUNGBLUTH & TOSCHEK (1969) zusammengestellt, wobei auf spezielle Verhältnisse in der nordalpinen Trias Bezug genommen werden konnte. Wenn hier nochmals ein „Glossarium“ der wichtigsten, bei mikrofaziellen Untersuchungen verwendeten Begriffe gegeben wird, so geschieht dies, um unterschiedliche Definitionen klarzustellen und Spezialarbeiten auch für Fernerstehende lesbar zu machen. Gleichzeitig soll das Glossarium zusammen mit den gut gebilderten Übersichten von BATHURST (1971), CHILINGAR, BISSEL & FAIRBRIDGE (1967), FÜCHTBAUER & MÜLLER (1970) und LARSEN & CHILINGAR (1968) sowie mit dem Symposiumband „Classification of Carbonate Rocks“ (Mem. Amer. Ass. Petrol. Geol., Vol. 1, 1962) die deskriptive Unterscheidung der Grundmasse-Typen und der Komponenten-Typen (matrix

und cement bzw. particles oder grains oder allochems der englischsprachigen Literatur) ermöglichen.

	Bathy- metrie	Wasser- Energie	Sali- nität	Tempe- ratur	Sub- strat	Land- Einfluß
Biofraktion	x	x	x		x	x
Paläontologie sessiles	x	x	x	x		x
Benthos	x	x	x	x	x	x
Ablagerungs- typen	x	x			x	
Grundmasse- Typen		x			x	x
Komponenten- Typen	x	x			x	
Komponenten- Größen	x	x				
Komponenten- Sortierung	x	x				
Komponenten- Rundung		x				
Feinschichtungs- gefüge	x	x	x			
Lagerung der Komponenten	x	x				
Hohlraum-Gefüge	x				x	
Terrigene Komponenten	x		x			x
Geochemische Merkmale	x		x	x		x
Authigene Komponenten			x	x		

Tab. 1: Aussagekraft mikrofazieller Merkmale. Die Tabelle vermittelt nur einen ungefähren Eindruck der möglichen Aussagenbereiche.

Im allgemeinen wird die primäre oder sekundäre Grundmasse durch die Begriffe Dismikrit, Matrix, Mikrit, Sparit, Spatit, Pseudosparit, Orthosparit und Zement beschrieben. Als Namen für transportierbare oder transportierte Komponenten finden die Begriffe Allocheme, Arrondide, Bahamide, Biogene, Bioklaste, Biomorpha, coated grains, detrital grains, Detritus-Körner, Einfachoooid, Extraklast, grapestone, Intraklaste, Kotpillen, Lithoklaste, Lumps, Mumien, Onkoide, Ooide, Pellets,

Pisolithe, Plastiklaste, Protointraclaste, Pseudooide, Rindenkörner, Rundkörperchen, Resedimente, Schlickgerölle, skeletal grains, terrigene Komponenten, Traubenklumpen, Tuberoide Verwendung. **K o r n g ö ß e n - B e r e i c h e** innerhalb der Grundmasse und unter den Komponenten können durch die Namen Aphanit, Arenit, Kryptit, Lutit, Rudit und Siltit ausgedrückt werden. **T e x t u r e l l e E i g e n s c h a f t e n** werden durch die Namen Bafflestone, Bindstone, Boundstone, Floatstone, Framestone, Grainstone, Mudstone, Packstone, Rudstone und Wackestone (siehe Tab. 1) sowie durch Angaben über Auswaschung, birdseyes, Energieindizes, Feinschichtungsgefüge, Fenster-Gefüge, Geopetalgefüge, geschlossene Gefüge, grain-support, Hohlraum-Gefüge, Komponenten/Mikrit-Verhältniszahlen, Korngrößen-Parameter, Lagerung der Komponenten, Laminite, mud-support, Offenheitsgrad, offenes Gefüge, Poren, Rundung, Schrumpfporen, Sortierung, Sphärizität, Stromatolithen, Trockenrisse beschrieben.

2. 1. 1 Mikrofazielles Glossarium

Algen-Produkte: alle bei der Zerstörung von Kalkalgen anfallenden Komponenten, z. B. Algen-Pellets. — **Allochemie**: Sammelbegriff für alle „organisierten Karbonataggregate“, die transportiert wurden oder transportfähig sind (FOLK 1959), = Komponenten. — **Aphanit**: Korngrößenbezeichnung für Grundmasse, $> 1-160 \mu$, entspricht z. T. dem Mikrit, bei Lupenvergrößerung nicht differenzierbar. — **Arenit**: Korngrößenbezeichnung, durchschnittliche Sandkorn-Größe, 63μ bis 2 mm. — **Arrondide**: gerundete Biogen-Schalen. — **Auswaschung**: Entfernung von ursprünglich abgelagertem Karbonatschlamm durch Strömungen und Wellenbewegung (winnowing bei FOLK).

Bafflestone: Textur-Name; biogene Komponenten bzw. sessile Organismen wirken als Sedimentfänger. — **Bahamide, Bahamit**: synsedimentär verbackene Komponentenaggregate mit lappenförmigem Umriss und unregelmäßiger Innenstruktur, im allgemeinen größer als Pellets und Ooide. — **Bindstone**: Textur-Name; Sediment bzw. sessile Organismen durch sedimentbindende Organismen (Algen-Krusten u. a.) miteinander verbunden. — **Biofraktion**: Anteil der Biogen-Gruppen am Fossilinhalt der Probe, ausdrückbar durch Häufigkeitsgruppen (siehe Beil. 1), Prozentwerte oder durch die Zahl der Schliffe, in welchen bestimmte Biogen-Gruppen feststellbar sind (MISIK 1970). — **Bioklaste**: zerbrochene oder isolierte Organismenreste (Schalenbruch, Crinoidenstielglieder). — **Biogene**: alle im Schliffbereich feststellbaren Fossilreste. — **Biomikrit**: Karbonattypus; Mikrit mit mehr als 10 % Biogenen. — **Biomorpha**: vollständige, nicht zerbrochene Biogene (z. B. Korallenstöcke, zweiklappige Muscheln). — **Biosparit**: Karbonattypus; Sparit mit mehr als 10 % Biogenen. — **Bioturbation**: Störung des Sedimentgefüges durch schlammwühlende Organismen. — **birdseyes structure**: mit Sparit erfüllte Hohlraumformen in mikritischer Grundmasse. — **Boundstone**: Textur-Name; primäre Komponenten bzw. Organismen während der Sedimentation miteinander verbunden, Überbegriff für Baffle-, Bind- und Framestone.

Coated grains: allseitig umkrustete Rundkörperchen; als Kerne dienen Bioklaste, Intraklaste, Pellets u. a., Rindenkörner. Oft als Überbegriff für Ooide und Onkoide verwendet.

Detrital grains: alle von bereits existierenden Gesteinen oder von halbverfestigten Sedimentteilen stammenden detritischen Komponenten; Lithoklaste und Intraklaste im Sinne von FOLK. — **Detritus:** Gesamtheit aller klastischen Komponenten; häufig unterschieden Fein- und Grobdetritus (fein- bzw. grobarenitisch). — **Dismikrit:** Karbonat- bzw. Grundmassetypus; Mikrit mit unregelmäßig verteilten, spaterfüllten Hohlraumformen.

Einfachoid: superficial ooid, Ooid mit nur einem oder zwei Ringen. — **Energieindex:** relatives Maß für die mutmaßliche Wasserenergie; ausdrückbar durch Angaben über den Kalkschlamm(Mikrit-)Anteil, über Menge und Zusammensetzung der terrigenen Komponenten und über Größe, Sortierung, Rundung sowie Organismen-Assoziationen; am häufigsten verwendet Schema nach PLUMLEY et al. 1962; brauchbar ebenso Energieindex nach P. E. SCHENK 1967, ausgedrückt durch die Menge von Allochemen + Mineralkörnern/Mikrit-Menge. — **Extraklast:** Karbonatgesteinsbruchstück, das von außen in den Karbonatbildungsraum gebracht wurde; im allgemeinen nur durch Fossileinschlüsse sicher erkennbar.

Feinschichtungsgefüge: Überbegriff für Laminite, Fenster-Gefüge, Stromatolithen-Strukturen und Rhythmite. — **Fenster-Gefüge:** spaterfüllte, ehemals meist ungestützte, oft seitlich gestreckte, hohe oder niedrige Hohlräume (z. B. unter und zwischen Algen-Matten); typisierbar nach TEBBUTT, CONLEY & BOYD 1965. — **Floatstone:** Textur-Name; klastische Komponenten (> 2 mm) „schwimmen“ in (meist) mikritischer Grundmasse, > 10 % Komponenten. — **Framestone:** Textur-Name; sessile Organismen sind während der Sedimentation als organogene Gerüststrukturen miteinander verbunden.

Geopetalgefüge: Gefüge, welches das ursprüngliche Oben und Unten im Sediment erkennen läßt (Sandfang, polare Anlagerung, Wasserwaagen, Rheotaxis u. a.). — **Geschlossenes Gefüge:** die Komponenten berühren sich und stützen sich gegenseitig ab, = grain-supported. — **Grainstone:** Textur-Name; sich gegenseitig abstützende Komponente in sparitischer oder spatitischer Grundmasse. — **Grain-support:** Eigenabstützung der Komponenten, Gegensatz Mud-support. — **Grapestone:** karbonatisches Sediment aus Lumps.

Hohlraumgefüge: intragranulare oder intergranulare synsedimentäre (z. B. birdseyes) oder postsedimentäre (z. B. Schwundrisse; Klüfte) Hohlräume, gefüllt mit Sediment oder mit Spatit.

Inhomogenitätsbrekzien: syn- bis parasedimentäre Mikro- und Kleinbrekzie mit korrespondierenden Komponentenrändern, Entstehung abhängig von material- und korngößenbedingten Homogenitätsunterschieden. — **Intraklaste:** synsedimentäres Resediment, transportierbare Komponenten, meist mit „Einschlüssen“ anderer Komponenten, z. B. Schlickgerölle. — **Intramikrit:** Karbonattypus; Mikrit mit mehr als 25 % Intraklasten. — **Intrasparit:** Karbonattypus; Sparit mit mehr als 25 % Intraklasten.

Klasten: alle transportierten Komponenten. — **Klastizitätsindex:** die

größte transportierte Komponente als Maß für die maximale Wasserenergie (CAROZZI 1958), mit vielen Unsicherheitsfaktoren behaftet! — **K o m p o n e n t e n**: Überbegriff für Biogene, Pellets, Kotpillen, Intraklaste, Ooide, Onkoide, terrigene Minerale u. a., = allochems. — **K o m p o n e n t e n / M i k r i t - V e r h ä l t n i s**: in nahezu allen Karbonatklassifikationen als Einteilungskriterium und Maß für die relative Wasserenergie (siehe Energie-Index) gewertet. — **K o r n g r ö ß e n - P a r a m e t e r**: aus der Kornverteilungskurve der transportierten Komponenten bestimmbare Kennwerte, die u. U. Aussagen über die Art und Stärke der Wasserbewegung und über die Gliederung des Sedimentationsraumes gestatten (siehe FOLK & ROBLES 1962). — **K o t p i l l e n**: fecal pellets, stabilisierte Exkreme von verschiedenen Tieren, im allgemeinen rundlich, verschieden groß, selten mit Innenstrukturen (z. B. bei Crustaceen, „*Favreina*“). — **K r y p t i t**: Korngrößenbereich der Grundmasse, kleiner als 1μ .

L a g e r u n g d e r K o m p o n e n t e n: wichtiger Merkmalsblock (siehe Beilage 1); hierunter fallen Geopetalgefüge, veränderte Lagerungsgefüge (z. B. Subsolutionsfragmente, Bioturbationstexturen) und Schrägschichtungen etc. — **L a m i n i t**: Karbonatsediment mit mikritischen oder pelmikritischen Lagen, die durch unregelmäßige Bitumenfilme voneinander getrennt werden. — **L i t h o k l a s t**: transportierbares Gesteins- oder Sedimentbruchstück, oft als identisch mit Extraklast angesehen. — **L u m p s**: synsedimentär (chemisch und/oder durch Algen- und Bakterientätigkeit) verbackene Komponentenaggregate, = Bahamid, = grapestone. Beschreibende Unterteilung nach dem Grad der synsedimentären Aufarbeitung möglich (WILSON 1967). — **L u t i t**: Korngrößen-Bereich der Grundmasse, $1-4 \mu$, ursprünglich als Feinstdetritusbezeichnung verwendet.

M a t r i x: primäre Grundmasse (also nur verwendbar, wenn einige Sicherheit über die Art der abgelagerten oder abgeschiedenen Grundmasse besteht); vielfach auch als Überbegriff für Mikrit und Sparit bzw. Spatit verwendet. — **M i k r o s p a r i t**: Grundmasse-Bezeichnung, Kristallgröße $5-15-30 \mu$, entstanden durch Umkristallisation von Mikrit (?). — **M i k r i t**: „mikrokristalliner Kalzit“: primärer Grundmasstypus, Korngröße unter 4μ nach FOLK, unter 30μ nach BOSELLINI; empfehlenswert nomenklatorische Trennung von Mikrit i. e. S. (mit sehr kleinen Korngrößen, „Orthomikrit“) und Mikrit II mit Korngrößen im Siltitbereich. — **M i k r i t i s i e r u n g**: Bildung von Mikritsäumen (micrite envelopes) um karbonatische Komponenten, meist um Schalenreste, unter Beteiligung von bohrenden Algen und Pilzen und in Abhängigkeit von der unterschiedlichen Lösungsgeschwindigkeit der Karbonatminerale. — **M o d a l b e s t a n d**: durch Auszählung (Punkt-, Linien- oder Feldverfahren) oder Abschätzung nach Vergleichsbildern festgestellte prozentuelle Zusammensetzung der Schlißprobe. — **M u d s t o n e**: Textur-Name; weniger als 10 % Komponenten in mikritischer Grundmasse. — **M u d - S u p p o r t**: Abstützung der Komponenten durch Karbonatschlamm, Gegensatz Grain-Support. — **M u m i e n**: Mikritische Umhüllungen von Biogenen durch Organistentätigkeit (Algen u. a.), gleichbedeutend wie Onkoide.

O f f e n h e i t s g r a d: relatives Maß für das mechanische Anlagerungsgefüge, ermittelt als Quotient der Zahl aller Partikel durch die Zahl der sich berührenden Komponenten. — **O f f e n e s G e f ü g e**: die Komponenten stützen sich nicht gegenseitig ab. — **O n k o i d e**: teilweise cm-große Komponenten mit einem Kern und einer

verschieden dicken, unregelmäßig gebauten mikritischen „Schale“, in welche häufig sessile Organismen (Foraminiferen, Algen) eingebaut sind; lappenförmiger Schnitt. Umkrustung meist allseitig. — **Ooide**: Komponenten mit gleichmäßig konzentrisch angelagerten Schalen um einen zentralen Kern, meist annähernd kugelförmig, häufig Mehrfachoide, Ooidbeutel u. ä. — **Oosparit**: Sparit mit mehr als 25 % Ooiden. — **Orthosparit**: durch chemische Ablagerung auf freier Oberfläche entstandener Sparit, oft Faser-Kalzite, = Spatit.

Packstone: Textur-Name; mikritführender Kalk mit Komponenten, die sich gegenseitig abstützen. — **Pellets**: Sammelbegriff für rundliche, verschieden große, mikritische, strukturlose Komponenten von verschiedener Entstehung. — **Pelmikrit**: Mikrit mit mehr als 10 % Pellets (und anderen Komponenten). — **Pel-sparit**: Sparit mit mehr als 10 % Pellets. — **Plastiklast**: synsedimentär aufgearbeitetes Kalkschlammfragment, = Schlickgeröll. — **Poren**: freie oder geschlossene Gesteinshohlräume. — **Protointra-klast**: Konzentration von in sich bewegtem Schlamm, der jedoch noch nicht verfrachtet ist; Beginn der Intra-klastenbildung. — **Pseudo-intra-klaste**: Karbonatschlamm-Fragmente, die durch Bioturbation entstanden sind. — **Pseudo-oide**: heute besser nicht mehr zu verwendender Name für genetisch verschiedene rundliche, strukturlose Karbonatkomponenten, = Pellets. — **Pseudo-sparit**: sparitische, mittel- bis grobkristalline Grundmasse, entstanden durch Kornvergrößerung im Rahmen der Umkristallisation.

Rindenkörner: coated grains; Überbegriff für alle Komponenten mit Kern und Schale oder besser Bezeichnung für Komponenten mit Mikrit-Hüllen (Mikritsäume, Onkoide, dicke Mikritkrusten, Algen-Foraminiferen-Krusten). — **Rhythmit**: Feinschichtungstypus im mm- bis m-Bereich. — **Rudit**: Komponentengrößen-Bezeichnung, größer als 2 mm. — **Rudstone**: Textur-Typus, komponentengestütztes Gefüge mit Komponenten größer als 2 mm, > 10 % Komponenten. — **Rundkörperchen**: Überbegriff für alle rundlichen Karbonatpartikel mit oder ohne Innenstruktur, z. B. Pellets, Lumps oder Ooide, auch Globoide genannt. — **Rundung**: Abnahme der Kanten einer Komponente, im Schliff mit Hilfe von Vergleichsbildern beschreibbar.

Schlickgeröll: Resediment, synsedimentär aufgearbeitetes Schlamm-Fragment, = Plastiklast. — **Schrumpfporen**: durch subaerische oder submarine Schwundrisse entstanden, spatiterfüllte Poren. — **Siltit**: Korngrößenbereich der Grundmasse, 6 bis 63 μ , entspricht häufig einer mikritischen Grundmasse mit Feinbiotritus in Siltgröße. — **Skeletal grains**: Biogene oder Bioklaste. — **Sortierung**: geordnete Verteilung der Komponentengrößen um den Mittelwert, berechenbar aus der Korngrößenverteilung der transportierten Komponenten oder Abschätzung. — **Sparit**: spätige Grundmasse, Korngröße über 5 μ , meist ab 20 μ , entstanden z. T. durch Umkristallisation von Mikrit bzw. Mikrosparit oder von Biogenen. — **Spatit**: Grundmasstypus, chemisch an freien Oberflächen angelagerter Kalzit, oder Porenfüllung, oft als Faser-Kalzit entwickelt. — **Sphärizität**: Annäherung der Komponentengestalt an die Kugelform, im Schliff mit Hilfe von Vergleichsbildern beschreibbar. — **Stromatolithen** = biogene Feinschichtungsgefüge, entstanden durch Karbonatfällung im Zusammenhang mit der Photosynthese von Grün- und Blau-Grünalgen; teilweise mit regelmäßigen, durch geometrische Formel beschreibbaren

Bautypen (LOGAN, REZAK & GINSBURG 1964). — Subsolutionsstrukturen: submarin angelöste Fossilien und Sedimentoberflächen, häufig mit Anbohrungen, Krustenbildungen und Bewuchs.

Terrigene Komponenten: alle nichtkarbonatischen, in den Sedimentationsraum transportierten Minerale und Gesteinsbruchstücke, z. B. terrigene Quarze, Ton, Sandsteinfragmente. — Tuberoide: mikritische, rundliche, im allgemeinen strukturlose Komponenten, die auf Zerfallsprodukte von Schwämmen zurückgeführt werden können (FRITZ 1958).

Wackestone: Textur-Typus; Mikrit mit mehr als 10 % Komponenten, die durch Kalkschlamme abgestützt werden.

Zement: Grundmasstypus, an freien Oberflächen oder in Poren oder nach Lösung abgeschiedene, spätige Kristalle, meist als Spatit ausgebildet.

2.2 Bemerkungen zur Nomenklatur und Klassifikation von Kalken

Die Reproduzierbarkeit von Mikrofazies-Typen ist weitgehend von der verwendeten Nomenklatur für Grundmasse-Typen und Komponenten-Typen und vom Klassifikationssystem abhängig, in welches die beobachteten mikrofazialen Merkmale eingebracht werden. Seit 1962 (Classification of Carbonate Rocks — A Symposium, W. E. HAM) wurden 16 Klassifikationsvorschläge für Karbonatgesteine veröffentlicht (z. B. CATALOV 1970, CHOQUETTE & PRAY 1970, MAMET 1964, PIRLET 1965, RICH 1963, SCHÄFER 1970, TODD 1966 und TRAVIS 1970). Nahezu alle Einteilungen gehen davon aus, daß grundsätzlich zwischen „primärer“ und „sekundärer“ Grundmasse einerseits und genetisch unterschiedlichen Komponenten (allochems FOLK 1959; particles) andererseits zu unterscheiden ist. Die Vielfalt der Vorschläge ist auf die bei den einzelnen Autoren abweichende Betonung von deskriptiven und genetischen Merkmalen zurückzuführen. Wesentliche Unterschiede ergeben sich durch Berücksichtigung verschieden vieler Komponenten-Sorten (z. B. KERKMANN 1969, CATALOV 1970), durch Typentrennungen nach unterschiedlichen Grenzprozentwerten, durch die Auswahl von nicht vergleichbaren Grundmasse-Sorten (z. B. Mikrit im Sinne von FOLK 1959, Mikrit im Sinne von BOSELLINI 1964; Sparit im Sinne von FOLK 1959, Sparit im Sinne von MÜLLER-JUNGBLUTH & TOSCHEK 1969), durch voneinander abweichende Berücksichtigung der Komponenten-Größen und der Gefüge und durch spezifische Unterteilungen im Hinblick auf bestimmte Fragestellungen (z. B. Klassifikationen für Schillkalke — K. A. SCHÄFER 1970 — oder für Porositätstypen, CHOQUETTE & PRAY 1970).

Grundsätzlich scheint darüber Übereinstimmung zu bestehen, daß die Kalk-Grundmasse nach Größe, Gestalt und Textur der Kalzitkristalle und die Komponenten durch Unterscheidung von Fossilresten (Biogenen), detritischen Elementen (Intraklaste bzw. Resedimente, Plastiklaste bzw. Schlickgerölle, Autoklaste bzw. Inhomogenitätsbrekzien, Extraklaste), sowie von Rundkörperchen (Pellets, Lumps, Ooide, Onkoide u. a.) beschrieben werden können. Hierbei muß berücksichtigt werden, daß das im Kleinbereich feststellbare Bild die natürlichen Verhältnisse nur unvollständig und mittelbar wiedergeben kann, da die Textur und mineralogische Zusammensetzung der primären

Grundmasse sehr wahrscheinlich weitgehend verändert und diagnostische Merkmale der Komponenten durch die Diagenese verwischt sind (siehe BATHURST 1971).

Die bisher in der alpinen Trias durchgeführten mikrofaziellen Untersuchungen stützen sich auf die Klassifikationsschemata von FOLK (1959, 1962) – z. B. E. FLÜGEL 1963, W. SCHLAGER 1966, 1967 – LEIGHTON & PENDEXTER (1962), z. B. SARNTHEIN 1965 a, oder verwenden leicht abgewandelte Einteilungen, die sich an MAMET (1963) bzw. an MONTY (1963) orientieren (HIRSCH 1966; CZURDA & NICKLAS 1970). Für die von der Universität Innsbruck durchgeführten Faziesstudien findet in zunehmendem Maß das von MÜLLER-JUNGBLUTH & TOSCHEK (1969) modifizierte, auf Überlegungen von PLUMLEY et al. (1962) und BISSEL & CHILINGAR (1967) zurückgehende Klassifikationsschema Verwendung.

Einige Autoren, wie zum Beispiel SCHULER (1968), haben betont, daß es im speziellen Fall (Karbonate der Raibler Schichten !) schwierig ist, die von den amerikanischen Sedimentologen entwickelte Nomenklatur sinnvoll auch bei Gesteinen der alpinen Trias anzuwenden. Schwierigkeiten treten insbesondere dann auf, wenn Karbonate mit starker terrigener Beeinflussung klassifiziert oder fossilreiche Kalke aus zentralen Riffbereichen nomenklatorisch unterteilt werden sollen. Im letzteren Fall stehen naturgemäß paläontologische Daten im Vordergrund des Interesses; die einfache Kombination der quantitativ hervortretenden Fossilkomponente und der Bezeichnung für die Grundmasse führt jedoch meist nur zu indifferenten Namen wie Spongien-Biomikrit oder Thecosmilien-Biopelmikrit, sofern nicht der Sammelbegriff Biolithit (FOLK 1959) verwendet wird.

Riff-Schutt-Kalke (Kalkarenite, Kalkrudite) gestatten zwar meist eine rasche nomenklatorische Ansprache, bei der angestrebten Aussage über Ablagerungs- und Umweltsbedingungen treten jedoch häufig Schwierigkeiten auf, die durch die nomenklatorische Berücksichtigung von meist nur einer Komponentensorte bedingt sind. J. FRISCH (1698) hat in einem sehr gut durchdachten Klassifikationsschema den Versuch unternommen, diesen Schwierigkeiten dadurch zu begegnen, daß er die Größenbereiche der Komponenten neben dem „Zwischenmittel“ (Mikrit, Spatit) als Eckpunkte eines Nomenklaturdreiecks einführt; Angaben über die Art der Komponenten und über die Textur finden sich im Ergänzungssatz. Diese (bisher noch nicht publizierte) Einteilung erscheint bei vielen triadischen Kalken, insbesondere in der Mitteltrias, brauchbar. Andererseits birgt eine im wesentlichen zur Gewinnung von Aussagen über die ursprünglichen Ablagerungsbedingungen entwickelte Klassifikation Unsicherheitsfaktoren in sich, da die Einteilungsgrundlage vielleicht zu sehr von der Verallgemeinerung ausgeht, daß aus der Anwesenheit von Mikrit geringe bis fehlende Wasserbewegung und aus Größen-Unterschieden von Bioklasten Hinweise auf Verfrachtung anzuleiten sind.

Weitere Schwierigkeiten treten bei der nomenklatorischen Differenzierung von fossilarmen Kalkschlamm-Kalken (Mikriten i. a. S., Kalklutite) auf, sofern keine weiterführende Typisierung der feinkörnigen Grundmasse versucht wird, etwa im Sinne von MÜLLER-JUNGBLUTH & TOSCHEK (1969; Aphanit bzw. Kryptit, Lutit, Siltit). Eine andere Möglichkeit liegt in der Berücksichtigung der Menge des säureunlöslichen karbonatfreien Rückstandes (z. B. BOSELLINI 1964). Submikroskopische Untersuchungen von triadischen Mikriten (siehe E. FLÜGEL, H. E. FRANZ & W. F. OTT

1968) liefern derzeit noch keine nomenklatorisch brauchbaren Daten. Den oben skizzierten Schwierigkeiten wird jeder Bearbeiter durch Modifikation der bestehenden Klassifikationen oder durch Verwendung von allgemein beschreibenden Namen (z. B. Biogen-Detritus-Kalke, O. KRAUSS 1969) zu begegnen versuchen. Ein anderer Weg wäre die statistische Unterteilung der FOLKschen Haupttypen, etwa im Sinne von WEISS & NORMANN (1960).

Betrachten wir die nomenklatorische Erfassung von Kalktypen lediglich als Hilfsmittel für die Beschreibung von Mikrofazies-Typen und nicht als Selbstzweck, so treten die in Tabelle 1 als „aussagekräftige MF-Merkmale“ bezeichneten Daten in den Vordergrund des Interesses. Hierbei handelt es sich um im Kleinbereich feststellbare paläontologische und sedimentologische Merkmale, die Umwelts- und Ablagerungsbedingungen widerspiegeln.

Das als Beilage 1 angeführte Formblatt für mikrofazielle Untersuchungen wurde aus der Überlegung heraus entwickelt, daß durch Beachtung von einzelnen, sich gegenseitig kontrollierenden Merkmalsblöcken in neutraler, nicht unbedingt durch Namen vorgeprägter Weise Aussagen über die Ablagerungstextur (depositional texture) möglich werden. Aus diesem Grund gründet sich die Haupteinteilung auf das von DUNHAM (1962) entwickelte und durch EMBRY & KLOVAN (1972) erweiterte Schema (siehe Tab. 2). Gleichzeitig soll das Formblatt jedoch alle jene Angaben aufnehmen, die notwendig sind, um die untersuchten Proben im Sinne von FOLK, LEIGHTON & PENDEXTER, MÜLLER-JUNBLUTH & TOSCHEK oder nach Vorschlägen anderer Autoren zu benennen. Eine dritte Aufgabe des Blattes ist die genaue Beschreibung der Organismen-Vergesellschaftung durch Berücksichtigung der Biofraktionen.

Zu den einzelnen Merkmalsblöcken ist zu bemerken:

(a) Biofraktion: Hierunter kann zweierlei verstanden werden. Einmal die relative, geschätzte Häufigkeit der einzelnen Organismen-Gruppen in der untersuchten Probe; zum anderen – beim Vorliegen von Modalbestandsaufnahmen – die prozentuellen Anteile der Organismen-Gruppen an der Gesamtmenge der Biogene. Die Eintragungen in die entsprechenden Felder können unter Verwendung von Abkürzungen erfolgen; im speziellen Fall von Trias-Kalken bieten sich folgende Kurzformen an:

Foraminiferen – For, Radiolarien – Rad, Kalkschwämme – Spong, Kieselschwämme – KieSpong, Hydrozoen – Hydro, Korallen – Kor, Bryozoen – Bryo, Tabulozoen – Tab, Brachiopoden – Brach, Gastropoden – Gastro, Lamellibranchiaten – Lam, Ammonideen – Ammo, Würmer – Wü, Ostrakoden – Ostra, Crinoiden – Crino, Echinoideen – Echi, Holothurien – Holo, Solenoporaceen – Sol, Codaceen – Codi, Dasycladaceen – Dasy, Stromatolithen (ohne Onkoide) – Stroma, nicht näher typisierbare Blau-Grün-Algenkrusten – Alkru, Tubiphyten – Tubi, Globochaeten – Globo, Filamente – Fil, *Microtubus* – Mic.

Die Definition der Häufigkeitskategorien muß offenbleiben, sollte jedoch jeweils vom Bearbeiter festgelegt und bekanntgemacht werden. Bei der mikrofazialen Untersuchung der Dachsteinriffkalke und Dachsteinkalke wurde folgendes Schema verwendet: massenhaft – bei Foraminiferen etwa 40 % des Modalbestandes (z. B. in der Involutinen-Fazies des riff-fernen back-reef-Bereiches), bei Kalkschwämmen und Korallen etwa 70-95 % des Modalbestandes (z. B. im zentralen Riff-Areal); häufig – bei Foraminiferen etwa 25 % des Modalbestandes (insbesondere bei Vorkommen von sessilen Milioliden im zentralen

Riff-Bereich), bei Coelenteraten, Bryozoen, Schalen- und Echinodermen-Resten sowie zum Teil auch bei Solenoporaceen und Codiaceen 40-70%; vorkommend – bei Mikrofossilien etwa 5 bis 25% des Modalbestandes, bei größeren Organismen-Resten 10-40%. Die beiden letzten Kategorien sind bei Foraminiferen und Dasycladaceen durch Prozentwerte unter 5% und bei Kalkschwämmen, Korallen, Schalen- und Echinodermen-Resten sowie bei verschiedenen Mikroproblematika durch Prozentwerte unter 10% bzw. durch das Vorkommen von nur einer Koralle etc. charakterisierbar.

(b) Paläontologie: Die kurzen, im Arbeitsblatt möglichen Angaben werden im allgemeinen eine genauere paläontologische Beschreibung der stratigraphisch oder palökologisch interessanten Biogene nicht ersetzen können. Trotzdem sollte bereits hier vermerkt werden, welche Organismengruppen oder welche unterscheidbare Gattungen bzw. Arten im Detail untersucht werden müssen, um zu den angestrebten faziellen Aussagen zu gelangen.

In der unteren Rubrik können die prozentuellen Anteile der Biogene am Benthos (sB = sessiles Benthos, vB = vagiles Benthos), Nekton (N) und Plankton (P) graphisch dargestellt werden.

(c) Ablagerungstypen: Dieser Merkmalsblock stellt die zentrale Einheit des Arbeitsblattes dar. Die von DUNHAM (1962) und EMBRY & KLOVAN (1972) eingeführten Namen beziehen sich auf die durch die Anwesenheit oder das Fehlen von Mikrit, durch die Häufigkeit der Komponenten in Kalkschlammkalken und durch Hinweise auf sedimentbindende Tätigkeit von Organismen charakterisierbaren primären Ablagerungstexturen (Anlagerung an Bauzone im Sinne von SANDER 1936). Tab 2 gibt einen Überblick über die wesentlichen Definitionsmerkmale.

Primäre Komponenten während der Sedimentation nicht miteinander verbunden		Primäre Komponenten während der Sedimentation miteinander verbunden				
Karbonatschlamm (Mikrit, Siltit)		Ohne Karbonatschlamm (Spatit)	Verbindung durch Sedimentfänger	Verbindung durch Sedimentbinder	Verbindung durch organogene Gerüststrukturen	
Mud-supported	Grain-supported	Grain-supported				
< 10 % Komp.	> 10 % Komp.					
MUD-STONE	WACKE-STONE	PACK-STONE	GRAIN-STONE	BAFFLE-STONE	BIND-STONE	FRAME-STONE
	> 10 % Komponenten					
	Komp. > 2 mm	Komp. > 2 mm				
	FLOAT-STONE	RUD-STONE				

Tabelle 2: Einteilung von Karbonatgesteinen nach primären Ablagerungstexturen. Nach DUNHAM (1962) und EMBRY & KLOVAN (1972), modifiziert. – Komp. = primäre Komponente (Allochem), z. B. Biogene, Ooide, Resedimente u. a.

Die Vorteile dieser Klassifikation liegen einerseits darin, daß sowohl Kalklutite, Kalkarenite und Kalkrudite als auch die Vielfalt der von sessilen Organismen in ihrer Entstehung beeinflussten Riff- und Flachwasser-Kalke berücksichtigt sind, und daß andererseits die Gefüge-Art (geschlossen im Sinne von SANDER 1950, die Komponenten stützen sich gegenseitig ab; offen, die Komponenten „schwimmen“ in der Grundmasse) charakterisiert wird (entsprechend grain-support und mud-support bei DUNHAM 1962).

Voraussetzung für die Benützung dieses Schemas ist (a) die Unterscheidung von Mikrit und Sparit bzw. Spatit, (b) eine Schätzung der Komponenten-Menge bei mikritischen Kalken, (c) Angaben über die Größe der Intra- bzw. Lithoklasten und (b) Hinweise auf die Art der Sedimentbindung zur Zeit der Sedimentation (hierdurch wird die notwendige nomenklatorische Unterteilung der Gruppe „boundstone“ möglich, siehe EMBRY & KLOVAN (1972)).

Nachteile des Schemas (unter anderem vielleicht auch die Nichtübersetzbarkeit der englischen Gesteinsnamen) treten im Vergleich mit den Vorteilen (rasche Aussagen über die Wasserenergie und die Organismen/Sediment-Beziehung zur Zeit der Sedimentation) zurück. Trotzdem erscheint es sinnvoll, „Sowohl-als-auch-Gruppierungen“ (z. B. grainstone bis/und rudstone) zu ermöglichen (obere Spalte). Ist die Ansprache der Probe eindeutig, so ist jeweils die linke Hälfte des zur Verfügung stehenden Kästchens zu benützen.

(d) **G r u n d m a s s e** : In die jeweils viergeteilte Rubrik kann der in der Probe vorherrschende Grundmasse-Typus eingetragen werden, wobei von links nach rechts Mikrit (Grundmasse mikrokristallin, Kristallgröße im allgemeinen unter 5μ , Textur homogen), Mikrit II (im Sinne von BOSELLINI 1964) bzw. Siltit im Sinne von MÜLLER-JUNGBLUTH & TOSCHEK (1969, Kristallgrößen zwischen 4 und 63μ , Textur im allgemeinen inhomogen, oft mit Feinstdetritus), Sparit (Grundmasse grobspätig, gut begrenzte Kristalle, Korngrößen meist über 10μ , sehr verschieden groß; als primäre Matrix entwickelt oder – häufiger – durch Umkristallisation von Mikrit entstanden) und Spatit (= Palisaden-Kalzit in Hohlräumen) oder als Mosait (= granularer, blockförmiger Kalzit in Hohlräumen, siehe RIECHE 1971) markiert werden können. Selbstverständlich sollte insbesondere bei kalkarenitischen und kalkruditischen Sedimenten einer genaueren, weiterführenden Typisierung der grobspätigen Grundmasstypen erhöhtes Augenmerk beigemessen werden (vergleiche FOLK 1965; BRICKER 1971, J. H. SCHROEDER 1972).

K o m p o n e n t e n : Es werden 10 Komponenten-Typen unterschieden, eine elfte Spalte soll der Notierung von speziellen oder seltenen Typen dienen. Nichtkarbonatische Bestandteile (detritische Quarzkörner, Ton u. a.) werden im Merkmalsblock „Terrigene Komponenten“ eingetragen.

Als Biomorpha werden mit MONTY (1963) vollständig erhaltene Fossilien verstanden (Korallenkelche, Ostrakoden, Algen-Foraminiferen-Krusten auf Spongien etc.), als Bioklaste Bruchstücke oder isolierte Teile von Organismen (z. B. zerbrochen Brachiopoden- oder Muschelschalen, Filamente; Crinoidenstielglieder). Eine zu starre Trennung von Biomorpha und Bioklasten ist nicht angebracht; der Grundgedanke sollte hier die Unterscheidung von nicht transportierten, autochthonen oder parautochthonen Biomorpha (im wesentlichen sessile Organismen und koloniebildende Formen, = Statobio-

lithe N. J. SANDER 1967) und von transportierten oder zumindestens transportfähigen Organismen-Resten sein.

Kotpillen und Pellets unterscheiden sich bei teilweise gleichartigem strukturfreiem Habitus durch die Größe der Komponenten (Pellets zwischen 10 und maximal etwa 1 000 μ , Kotpillen im allgemeinen im mm-Bereich) und stellenweise durch die scharfe Außenbegrenzung und vereinzelt auch durch eine geordnete Innenstruktur bei Kotpillen (siehe BRÖNNIMANN 1972). Im allgemeinen dient der Name Pellets als Bezeichnung für aus Mikrit bestehende Rundkörperchen mit unklarer oder verschiedenartiger Genese.

Zu der Gruppe der Klaste bzw. der Resedimente sind Protointraklaste (BOSELLINI 1964, erste Phase der Resedimentbildung; der Schlamm wird konzentriert, aber noch nicht verfrachtet), Plastiklaste (FOLK 1959, kurzfristig und nur auf kurze Entfernungen transportierte Schlickgerölle), Intraklaste (FOLK 1959, Aufarbeitungsprodukte von schwach verfestigten oder verfestigten Karbonaten, Entstehung synd sedimentär) und teilweise auch die als Lumps bezeichneten, synd sedimentär verbundenen Aggregate aus verschiedenartigen Komponenten zu rechnen.

Der großen Bedeutung von Rindenkörnern (coated grains) und Ooiden wird durch zwei Teilrubriken Rechnung getragen: Unter den durch Mikrit umkrusteten Rindenkörnern können Komponenten mit dünnen Mikritsäumen (micrite envelopes, BATHURST 1964, teilweise durch bohrende Algen und Pilze entstanden, teilweise durch unterschiedliche Lösungsgeschwindigkeiten von Karbonatmineralen bedingt – siehe WINLAND 1968), dicke Mikrit-Krusten ohne Strukturen (vermutlich durch Algentätigkeit bedingt), Onkoide (allseitig umkrustete, meist relativ große, im Schnitt oft lappenförmige Komponenten aus unregelmäßig gebauten Lagenkrusten mit Einlagerungen von terrigenen Komponenten, kleinen Bioklasten etc., häufig mit sessilen Foraminiferen; z. B. Sphaerocodien der Raibler Schichten, siehe SCHULER 1968, BABIĆ 1969) und Algen-Foraminiferen-Konsortien (allseitiger oder nur stellenweiser Bewuchs durch Foraminiferen, zusammen mit Algenmikrit; z. B. WENDT 1969, 1970, Hallstätter Kalke u. a.) unterschieden werden.

Ooide lassen sich (oberste Zeile) durch die Menge der Komponenten (Verhältnis Ooid-Menge : Sparit, direkte Aussagen über die absolute Wassertiefe!), durch Beschreibung der Morphologie (zweite Zeile; von links nach rechts Normalooid mit vielen Schalen, Einfachoooid mit nur einer oder zwei Schalen, Mehrfachoooid und zerbrochenes Ooid), durch Erfassung der Ooid-Größe und der Größenverteilung (dritte Zeile), durch Berücksichtigung des Verhältnisses von Schalendicke und Kern-Größe (vierte Zeile), durch Häufigkeit und Art der Biogene (fünfte Zeile) und durch die Beachtung von Lagerungstexturen (Schrägschichtungen u. a., sechste Zeile) typisieren. Nähere Hinweise finden sich bei FABRICIUS (1967). Eine genaue Untersuchung dieser Komponenten erscheint notwendig, da Ooide nicht ausschließlich im marinen Bereich entstehen. BERNOULLI & WAGNER (1971) haben darauf hingewiesen, daß die von BOSELLINI (1967) als Hinweise auf Intertidalsedimente gewerteten Ooide und Pisolithe im Hauptdolomit der Dolomiten große Ähnlichkeiten mit terrestrisch entstandenen Komponenten aus Caliche-Bildungen zeigen.

(f) **Modalbestand**: Angaben über die prozentuellen Anteile von Grundmasse und Komponenten-Typen sind erforderlich, sofern die zur Untersuchung anstehende

Probe im Sinne von FOLK oder LEIGHTON & PENDEXTER benannt werden soll. Häufig wird hierfür die Abschätzung des Modalbestandes nach Testbildern genügen (z. B. BACELLE & BOSELLINI 1965, K. SCHÄFER 1969). Biomorpha und Bioklaste sowie Protointraklaste, Plastiklaste und Intraklaste können hierbei als jeweils eine Komponentengruppe betrachtet werden.

(g) **K o m p o n e n t e n - G r ö ß e n**: Die Erfassung der arenitischen und ruditischen Klasten ermöglicht gewisse Aussagen über Wasserbewegung und Transportbedingungen. Die Eintragung in den vier zur Verfügung stehenden Spalten zeigt die Einheitlichkeit oder Uneinheitlichkeit der Korngrößen der transportierbaren Komponenten. Lediglich beschreibend ist die Größenangabe für Biomorpha zu verstehen. In der obersten Zeile (im Niveau der „Grundmasse“) können die Größenverhältnisse von Fremdkomponenten (Tuffbrocken, Hornsteine, Sandstein-Lithoklasten u. a.) festgehalten werden.

Angaben über den Sortierungsgrad der transportierten Komponenten können sich zunächst nur auf „gut“ oder „schlecht“ beziehen. In Kalkareniten mit Ooiden, Intraklasten oder mit zerbrochenen und gerundeten Biogenen kann die genaue Erfassung der Korngrößenparameter (insbesondere σ_i , S_k , K_G und M_d , Formeln nach FOLK & WARD 1957) zusätzliche Aussagen über Sedimentationsbereiche und Strömungsverhältnisse liefern.

(h) **R u n d u n g u n d S p h a e r i z i t ä t** können nach Vergleichsbildern (z. B. KRUMBEIN & SLOSS 1956, hierzu Kritik durch LEES 1964) beschrieben werden. Die genetische Aussagekraft dieser Merkmale ist umstritten, offenbar wirken bei karbonatischen Partikeln mehr und vielschichtigere Faktoren als bei Quarz-Körnern, die häufig zum Vergleich herangezogen werden. Die Rundung von Schalen-Bruchstücken läßt sich durch Vergleich mit dem für rezente Küsten- und Dünensande entwickelten Schema von PILKEY, MORTON & LUTHERNAUER (1967) ermitteln.

(i) Im Merkmalsblock „**T e r r i g e n e K o m p o n e n t e n**“ sind Beobachtungen über detritische Silikate und über Verteilung von „Ton“ einzutragen. Die Unterteilungen sollen die getrennte Notierung von Merkmalen ermöglichen (z. B. Tonschlieren; Anteil und mineralogische Merkmale von chersogenem Quarz etc.). Die unterste Spalte ist für die Eintragung des „Energie-Index“ nach PLUMLEY et al. (1962) reserviert. Dieser Parameter stützt sich außer auf die Textur (Größe, Sortierung und Rundung) und auf die Häufigkeit und Assoziation der Fossilien sehr wesentlich auf die Menge von Ton und detritischen Quarzen. Eine Ergänzung der Schliff-Untersuchungen durch Bestimmung des säureunlöslichen karbonatfreien Rückstandes erscheint daher angebracht.

(j) Der unterste Merkmalsblock des Arbeitsblattes dient der Beschreibung von **t e x t u r e l l e n D a t e n**: In der Spalte **F e i n s c h i c h t u n g s g e f ü g e** können Beobachtungen über die Existenz von Rhythmiten, Laminiten, Fenster-Gefügen (TEBBUTT et al. 1965), Feinschichtung und Stromatolithen (Geometrie der Wuchsformen nach LOGAN et al. 1964) festgehalten werden. Die Spalte „**L a g e r u n g d e r K o m p o n e n t e n**“ kann Beobachtungen über Schichtung und Schrägschichtung im Kleinbereich (insbesondere bei Kalkareniten), über externe und interne Geopetalgefüge und über Veränderungen der Lagerungsgefüge durch Organismen-Tätigkeit (z. B. Bioturbation)

aufnehmen. In der dritten Spalte werden *Hohlraum-Gefüge* (z. B. birds-eyes, *Stromatactis*, „Großoolithe“ u. a.) notiert. Hierbei und ebenso bei Angaben über Feinschichtungsgefüge und über Lagerungstexturen erweisen sich die von MÜLLER-JUNGBLUTH & TOSCHEK (1969) erarbeiteten komprimierten Übersichten als sehr brauchbar.

Grundsätzlich jedoch werden die in diesem Merkmalsblock festgehaltenen Daten unvollständig sein, da das Arbeitsblatt nur die sedimentären bzw. sysedimentären Ergebnisse beschreiben soll. Auffallende postsedimentäre Ereignisse (wie zum Beispiel Subsolution oder Kavernen-Bildung; Dolomitisierung) können in der letzten Spalte vermerkt werden, desgleichen die Existenz von authigenen Mineralen. Im Interesse einer nur auf primäre Ablagerungs- und Biofaziesmerkmale gegründeten Deutung der mikrofaziellen Merkmale sollten Beobachtungen über postsedimentäre und diagenetische Veränderungen der Ablagerungstexturen im Rahmen einer eigenen Dokumentation behandelt werden.

Das unten rechts liegende Feld des Arbeitsblattes dient der Eintragung von Proben-Nummer, -Entnahmelokalität und -Alter.

Der Vorteil des Arbeitsblattes liegt darin, daß alle für nomenklatorische Zwecke notwendigen Daten in überschaubarer Weise dargestellt und die mikrofaziellen Merkmale einzeln oder in Gruppen interpretiert werden können. Kalke, die in verschiedener Weise und unter Benützung von verschiedenen Klassifikationen beschrieben worden sind, können durch Eintragung der Grundmerkmale in das Arbeitsblatt miteinander verglichen und die Vielfalt der mikrofaziellen Erscheinungsbilder auf einige MF-Grundtypen zurückgeführt werden.

2.3 Faziell-sedimentologischer Aussagewert von mikrofaziellen Merkmalen und von Merkmalsblöcken.

In Tab. 2 (Seite) wurde der Versuch unternommen, die Aussagekraft der im „Arbeitsblatt“ unterschiedenen Merkmalsblöcke darzustellen. Als faziell interessante Umweltkriterien im marinen Bereich werden Wasser-Tiefe, Wasser-Energie, (geringe bis starke Wasserbewegung), Substratbeschaffenheit, Landeinfluß, Temperatur des Wassers und Salinität des Wassers unterschieden. Selbstverständlich sind nur relative Aussagen möglich.

Es fällt auf, daß als aussagekräftigste Merkmalsblöcke die Biofraktion, paläontologische Merkmale, Grundmasstypen und geochemische Daten hervortreten. Die meisten Aussagen sind über Wassertiefen und über die relative Wasserenergie möglich sowie über die Stärke des Landeinflusses und über die wahrscheinliche Substratbeschaffenheit. Im Falle von Aussagen über Salinität und Wassertemperatur sowie über physikalisch-chemische Faktoren ist man weitgehend auf eine Kombination von Auswertungen von paläontologischen Daten und auf geochemische Daten angewiesen.

3 Mikrofazies-Typen

Für die Auswertung von umfangreicheren Probenreihen ist die Zusammenfassung der durch einzelne Merkmale oder durch Merkmalsgruppen vergleichbaren Proben durch

Festlegung von Mikrofazies-Typen notwendig. Diese MF-Typen können in unterschiedlicher Weise aufgestellt werden:

(1) Subjektive Begründung unter Berücksichtigung von auffallenden qualitativen Merkmalen, teilweise unter Festlegung von Typuslokalitäten und Typusprofilen:

Ein derartiges Verfahren wurde von E. FLÜGEL (1963) vorgeschlagen und in verschiedenen Schichtgruppen der alpinen Trias abgewendet (E. FLÜGEL 1963 b, E. FLÜGEL & FLÜGEL-KAHLER 1963, E. FLÜGEL & M. KIRCHMAYER 1963). Andere Autoren, wie zum Beispiel HIRSCH (1966) in der Mitteltrias der Lechtaler Alpen und BOLZ (1969) in den Zlambach-Schichten der Nordalpen haben diese Methode aufgegriffen und hierbei zum Teil „MF-Typen“ ausgeschieden, die regionale Beständigkeit besitzen. So konnte zum Beispiel KOBEL (1969) einen Großteil der von HIRSCH aufgestellten MF-Typen auch in der Mitteltrias des Rhätikons wiederfinden.

(2) Numerische Klassifikation:

Eine numerische Klassifikation von mikrofaziellen Daten triadischer Gesteine ist bisher noch nicht durchgeführt worden. Auf Grund von zahlreichen, auf halbquantitativen und qualitativen Merkmalen aufgebauten Fazies-Klassifikationen (z. B. BONHAM-CARTER 1968, KLOVAN & BILLINGS 1967, TOOMEY 1966) und unter Berücksichtigung der von ELTGEN (1969) mitgeteilten Erfahrungen über die Bestimmung des Homogenitätsgrades von Mikro-Biofazies-Bereichen durch Diskriminanz- und Varianzanalysen sowie durch Verwendung des Sequenztestes darf angenommen werden, daß komponentenreiche Trias-Kalke durch statistische Methoden typisiert werden können. Hierbei dürfte die Verwendung von binären Ähnlichkeitskoeffizienten (CHEETHAM & HAZEL 1969) von Vorteil sein.

(3) Typisierung unter Berücksichtigung der aussagekräftigen Merkmale:

Orientiert man die angestrebten „Typen“ am Verfügbaren, das heißt, an den in den einzelnen Proben am besten vertretenen Merkmalsblöcken, so können Gruppierungen vorgenommen werden, die nicht immer mit den vielfach üblichen Beschreibungen von MF-Typen im Sinne von Karbonattypen übereinstimmen.

Ehe diese Methode am Beispiel von MF-Typen aus der nordalpinen Mittel- und Obertrias erläutert wird, muß auf die Frage eingegangen werden, welche mikrofaziellen Merkmale innerhalb der einzelnen Merkmalsblöcke als aussagekräftig im Hinblick auf Aussagen über Wassertiefe, Wasserbewegung und Beschaffenheit des Substrates angesehen werden können:

(a) Wassertiefe: Verschiedene Autoren, wie zum Beispiel WALKER & LAPORTE (1970) und LAPORTE (1971), haben Faziesmerkmale zusammengestellt, die für Flachwasserbereiche mit Gezeitenwirkung charakteristisch sind. Zusammenfassende Angaben über Kriterien des tieferen Wassers sind selten (z. B. WILSON 1969). Nachfolgend wird der Versuch gemacht, die Tiefen-Verteilung jener Merkmale darzustellen, die im Rahmen von mikrofaziellen Analysen feststellbar sind (Tab. 3); einige wichtige Kriterien, wie die Ausbildung der Schichtung und zum Teil auch die Organismen-Vielfalt (fossil diversity), sind im Kleinbereich nicht faßbar.

	Supra- tidal	High Inter- tidal	Low Inter- tidal	Shallow Sub- tidal	Deep Sub- tidal	Bathyal
BIOFRAKTION und PALÄONTOLOGIE						
Biofraktion aufge- spalten, viele Individuen				x	x	
Biofraktion relativ monoton, viele Individuen		x	x	x		x
Fossilien selten	x					
Vertikale Bohrgänge	(x)	x	0			
Horizontale Bohrgänge			0	x	x	
GRUNDMASSE-TYPEN						
Sparit/Mikrit		variabel		hoch – niedrig	niedrig	niedrig
KOMPONENTEN						
Intraklaste	(x)	x	x	(x)		
Ooide				x		
Lumps		x	x			
FEINSCHICHTUNGSGEFÜGE						
Stromato- lithen		x	(x)			
Laminite, Fenster	x	x	(x)			
Laminite						x
LAGERUNG DER KOMPONENTEN						
Kreuzschichtung			(x)			
Trockenrisse	x	x	(x)			
Erosionskanäle		x	x			
HOHLRAUMGEFÜGE	x	(x)	(x)			

Tab. 3: Fazies-Kriterien in marinen Teilbereichen.

Als speziell aussagekräftig erweisen sich hier für die Charakterisierung der Tiefen-Bereiche a) Homogenität oder Inhomogenität der Biofraktion, b) Sparit/Mikrit-Verhältnis bzw. Mikrit/Komponenten-Verhältnis, c) Auftreten bestimmter Komponenten (Intraklaste, Ooide, Lumps; Rindenkörner – im wesentlichen nur im Subtidal), Stromatolithen- und Fenstergefüge und Hohlraumgefüge (birds-eyes). Wesentliche weitere Kriterien stellen Organismen-Gruppen dar, die bevorzugt in bestimmten Flachwasser-Bereichen auftreten: Foraminiferen – Inter- und Subtidalbereich, Spongien – Subtidal und Bathyal, Coelenteraten – Subtidal, Bryozoen – Subtidal, Brachiopoden – Subtidal, Gastropoden – häufig Subtidal, selten bis sehr selten im Inter- und Supratidal, Muscheln – gleich wie Gastropoden, Ostrakoden – gleich wie Gastropoden, Crinoiden und Echinoideen – Subtidal, Holothurien – selten im Inter- und Subtidal, auch Bathyal, Kalkalgen – Supra-, Inter- und Subtidal. Durch das Vorkommen oder Fehlen von Kalkalgen können die Bereiche des Shallow Subtidal und des Deep Subtidal abgegrenzt werden.

(b) **Wasserbewegung**: Zur Kennzeichnung der relativen Wasserenergie erweisen sich folgende Merkmale als brauchbar:

BIOFRAKTION und PALÄONTOLOGIE: Homogene Biofraktionen finden sich im nicht bewegtem, im leicht bewegtem und in sehr stark bewegtem Wasser; vielfältige und inhomogene Biofraktionen sind charakteristisch für leicht bewegtes, mäßig bewegtes und stark bewegtes Wasser. Unterschiede im Grad der Wasserbewegung drücken sich auch im Vorkommen und in der Häufigkeit bestimmter Organismen-Gruppen und in der Wuchsform insbesondere der sessilen Benthonten aus.

GRUNDMASSE-TYPEN: Das Sparit/Mikrit-Verhältnis kann mit Einschränkungen als Maß für die Existenz von mindestens mäßig bis gleichmäßig bewegtem Wasser herangezogen werden, wenn das Verhältnis konstant hoch ist.

ABLAGERUNGS-TYPEN: Die von DUNHAM und EMBRY & KLOVAN unterschiedenen Typen können nur teilweise für Aussagen über die relative Wasserbewegung verwendet werden. Mudstone und Wackestone sind Sedimente des wenig bewegten Wassers, Grain- und Rudstone weisen auf gleichmäßige bis starke Wasserbewegung hin.

KOMPONENTEN: Von den im Arbeitsblatt unterschiedenen Komponenten benötigen Lumps eine geringe, Rindenkörner eine stärkere und Ooide im allgemeinen eine starke, turbulente Wasser-Bewegung (Ausnahmen sind nicht selten!). Aus Sortierung und Korngrößenparametern können unter Umständen weitere Hinweise auf die Typen der Wasserbewegung gewonnen werden.

FEINSCHICHTUNGSGEFÜGE: Insbesondere laminare Fenster-Gefüge sind an die Existenz von bewegtem, strömendem Wasser gebunden. Die Gestalt der Stromatolithen ist in hohem Maß abhängig von Art und Stärke der Wasserbewegung, z. T. jedoch auch von biologischen Faktoren (SHARP 1969, MONTY 1972).

LAGERUNG DER KOMPONENTEN: Die Lagerung von Bioklasten, Ooiden und stellenweise auch von Intraklasten kann Strömungsverhältnisse anzeigen (Dachziegel-lagerung, Kreuzschichtung, Erosionskanäle im mm-Bereich).

TERRIGENE KOMPONENTEN: Die Menge und Korngrößen-Zusammensetzung der nichtkarbonatischen Bestandteile wird von vielen Autoren als relatives Maß für die

Existenz und Stärke von Strömungen gewertet, obwohl in diesem Fall erhöhte Vorsicht am Platz ist. Das zeigt der Vergleich der Rückstandsmengen von mikritischen Kalken („geringe Wasserbewegung“) und von Kalkareniten aus Dachsteinkalken und aus Rätoliasriffkalken (siehe Tab. 4); hier ist kein wesentlicher Unterschied festzustellen, sondern eine – unabhängig von der mutmaßlichen Stärke der Wasserbewegung gleichbleibend geringe Rückstandsmenge, die fast immer unter 1 Gew. % liegt. In diesem Fall wurde – bedingt durch die paläographische Situation der Probeentnahmestellen – kein oder nur wenig Ton angeliefert, so daß eine Differenzierung nach Stärke der Strömung nicht erfolgen konnte.

Probe	Stratigraphie	Fundpunkt	Fazies-Bereich	Biogene	Sediment	MF-Typ	Rückstandsmenge (Gew. %)
745	Dachsteinsriffkalk	Vord. Gosausee	Vorriff	Spongien und Stromatolithen	Kalkrudrit	4	0,30
752	—	—	Zentrales Riff	Thecosmilien, Bryozoen	Bio-mikrit	2	0,16
786	—	—	—	Spongien-Alpino-phragmium	Bio-sparit	2	0,01
766	—	—	Riff-Rückseite	Foraminiferen, Dasycladaceen	Biointra-sparit	10	0,02
771	—	—	riffnahe Riff-Rückseite	Foraminiferen, Korallen, Spongien	Bio-sparit	10	0,02
784	—	—	Riff-Rückseite	Korallen	Bio-sparit	10	0,12
406/23	—	Steinriese, Gosaukamm	Zentrales Riff	„Isastreen“-Stock	Bio-mikrit	1	0,31
84	Oberrät-Riffkalk	Steinplatte b. Waidring	Zentrales Riff	Thecosmilien	Bio-sparit	1	0,43
1 x	—	—	Vorriff	Crinoiden, Brachiopoden	Biosparit mit Rotpelit	5	0,13

Fortsetzung Seite 32

Probe	Stratigraphie	Fundpunkt	Fazies-Bereich	Biogene	Sediment	MF-Typ	Rückstandsmenge (Gew. %)
Rö 37	—	Rötelswand, Mörtelbachtal	Zentrales Riff	Bryozoen, Spongien	Biosparit	2	0,30
Rö 36	—	—	—	Astraeomorpho- Kolonie	Biomikrit	1	0,01
Rö 32	—	—	—	„Montlivaultia“	Biomikrit	1	0,27
Rö 43	—	—	—	Spongien	Biomikrit	1	0,16
Rö 30	—	—	—	Einzelkorallen	Biorudosparit	3	0,11
Rö 33	—	—	Vorriff	Thamnasterien, Brachiopoden	Biosparit	3	0,35
2 x	—	—	Zentrales Riff	Spongien	Biosparit	2	0,27
BW 1	—	—	—	Spongien	Biosparit mit Hohlraumfüllungen	1	0,02

Tabelle 4: Säureunlösliche Rückstandsmengen in Dachstein-Riffkalken und Oberrät-Riffkalken. Generell sehr geringe Rückstände, unabhängig vom Fazies-Bereich.

Zusammenfassend ergibt sich für die Typisierung von Wasserenergie-Typen (etwa im Sinne von PLUMLEY et al. 1962) ein zum Teil anderes Merkmalsinventar, als im Falle der Unterscheidung von Wasserbewegungstypen.

(c) **Substratbeschaffenheit:** Im Sinne von FABRICIUS (1968) können Weich- und Hartböden durch 1) paläontologische Daten (Bioturbation in Weichböden, Schlammbesiedler u. a.) 2) primäre Ablagerungstypen (Mudstone und Wackestone als Hinweis auf Weichböden, Grain- und vermutlich auch Rudstone als Hinweise auf Hartböden), 3) Komponenten und Textur der Komponenten (Hartböden aus Massenvorkommen von Bioklasten im Arenitbereich und aus Ooiden, zum Teil auch aus Onkoiden) und 4) durch Feinschichtungsgefüge (Algen-Matten als teilweise sedimentstabilisierende Faktoren) unterschieden werden. Aber auch hier müssen Bedenken angemeldet werden, da gerade die stabilisierende Wirkung von Algenfilzen die Bödenkonsistenz laufend verändern (und auch die Wirkung der Wasserbewegung auf den Kalkschlamm – Möglichkeit einer „Auswaschung“) beeinflussen kann.

Als Beispiel für die Typisierung nach aussagekräftigen Merkmalen sei die Interpretation der von HIRSCH (1966) aus den Gutensteiner und aus den Reiflinger Kalken der Lechtaler Alpen beschriebenen MF-Typen mitgeteilt:

MF Gu 1: Dolosparit mit Ooidphantomen – keine Aussagen möglich

MF Gu 2: Intramikrudit mit Crinoidendetritus und lenticulare Schlickgerölle, die parallel zur Schichtung gelagert sind, bis 50 % Crinoidenstielglieder, Radiolarien, Quarzkörnchen

MF Gu 3: Dolomikrit – keine Aussagen möglich

MF Gu 4 D: Biomikrit mit Dasycladaceen, Mikrit mit bis zu 30 % Dasycladaceen, häufige Pellets

MF Gu 4: Polygrunit, Mikrit mit 20-40 % Pellets, Superficial Oolites und biogenem Detritus (Dasycladaceen und Crinoiden)

MF Gu 5: dolomitisierte Biomikrit, mit 40 % Detritus, Crinoidenstielglieder, Crinoiden

MF Gu 6: Dolosparit mit Crinoiden – keine Aussage möglich

Typisierung nach aussagekräftigen Merkmalen:

(a) hinsichtlich Wassertiefe: bei Berücksichtigung der Biofraktionen würden alle MF-Typen zu einem MF-Haupttypus vereinigt werden, da allen von HIRSCH unterschiedenen MF-Typen relativ monotone Biofraktionen mit vielen Individuen gemeinsam sind. Derartige Verhältnisse finden sich im Bereich zwischen Intertidal und Bathyal, daher ist eine Typisierung allein nach diesen Gesichtspunkten unbefriedigend. Unterteilt man den Haupttypus nach paläontologischen Daten (Überwiegen der Crinoiden, Überwiegen der Dasycladaceen), so ergeben sich 2 Haupttypen (MF Gu 2, MF Gu 4, MF Gu 5, MF Gu 6; MF Gu 4 D), von welchen der erste Typ auf Subtidal im allgemeinen und der zweite auf maximal Shallow Subtidal hinweist. Aussagekräftige Komponententypen treten nur in den MF-Typen Gu 2 und Gu 4 mit Intraklasten und Einfachooliten auf, letztere sprechen für den Bereich des Shallow Subtidal.

(b) hinsichtlich der relativen Wasserbewegung: Die durch paläontologische Daten erzielte Gruppierung drückt sich auch in der Gruppierung der MF-Typen nach Ablagerungstexturen aus, da ein Großteil der von HIRSCH unterschiedenen Typen als Wackestones zu bezeichnen ist und nur MF Gu 4 D zu den Packstones zu rechnen ist. Damit ergeben sich Hinweise auf geringe bis mäßige Wasserbewegung.

(c) hinsichtlich der Substratbeschaffenheit: in diesem Falle gestattet die Merkmalsarmut der Proben keine Typisierung nach aussagekräftigen Merkmalen. Hinweise auf die Existenz von Weichböden sind im Mikrit/Sparit-Verhältnis und in der Existenz von Wackestones enthalten.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß die ausgeschiedenen MF-Typen dieser mermalsarmen Kalke sowohl hinsichtlich von Aussagen über Wassertiefen als auch im Hinblick auf Aussagen über Wasserbewegung zu 2 MF-Haupttypen zusammengefaßt werden können.

Ein anderes Beispiel betrifft die in norisch-rätischen Riff-Kalken der Nordalpen unterscheidbaren Mikrofazies-Typen (vergleiche E. FLÜGEL 1971):

Bei Verwendung von Grundmasse/Komponenten-Verhältnis, Modalbestand, Biofraktion, Vorhandensein oder Fehlen von biogenen Krusten und Mikroassoziationstypen können 12 MF-Typen unterschieden werden:

MF 1 (Taf. 5, Fig. 1-2): Biomikrit mit sessilen Biogenen, weitgehend in Lebensstellung. Nach Prozentsätzen der Biofraktion, nach dem Überwiegen einer einzigen Fossilgruppe (z. B. der „Thecosmilien“ oder der Kalkschwämme) und nach der Natur der mikritischen Matrix (Auftreten von Bioturbation, biogenen Krusten (z. B. Algenfilzen) oder von zahlreichen Pellets) können mehrere MF-Untertypen unterschieden werden.

MF 2 (Taf. 6, Fig. 2): Biomikrit mit sessilen Biogenen, weitgehend in Lebensstellung, verbunden durch inkrustierende Organismen. Aufgrund der Natur der inkrustierenden Organismen (sessile Foraminiferen wie z. B. *Alpinophragmium* oder Nubecularien, Algen-Foraminiferen-Konsortien, Kalkschwämme) lassen sich drei MF-Untertypen trennen.

MF 3: Biomikrit oder Biosparit bei arenitischen und ruditischen Bioklasten. Die beiden MF-Untertypen unterscheiden sich in der Biofraktion (homogen oder inhomogen). Verwendet man die Gruppenzugehörigkeit der Biogene als Unterscheidungsmerkmal, so ergeben sich etwa 6 mögliche MF-Untertypen.

MF 4 (Taf. 6, Fig. 1, Taf. 9): Biosparit mit arenitischen und ruditischen, allseitig umkrusteten Bioklasten. 2 MF-Untertypen (nach Biofraktion, homogen oder inhomogen).

MF 5 (Taf. 7, Fig. 1): Feinschill-Biomikrit aus mechanisch sortierten Fossildetritus. 2 MF-Untertypen (homogen oder bioturbat verwühlt).

MF 6: Mikrit oder Biomikrit mit monotonen Mikrofaunen (Foraminiferen oder Ostrakoden). Mehrere MF-Untertypen nach Gruppenzugehörigkeit der Biogene.

MF 7 (Taf. 7, Fig. 2): Fossilfreier Mikrit. Es können 3 MF-Untertypen unterschieden werden (mit mikritischen Intraklasten (z. B. mit Protointraklasten), mit biogenen Mikritkrusten, mit Pellets).

MF 8: Mikrit mit Algen-Matten und Fenstergefügen.

MF 9 (Taf. 8, Fig. 2): Onkomikrit oder -Sparit mit großen Algen-Foraminiferen-Onkoiden und mit Intraklasten.

MF 10 (Taf. 8, Fig. 1): Pelsparit und Pelbiosparit mit großen mikritischen Pellets und nicht umkrusteten Grünalgen und Foraminiferen. 2 MF-Untertypen (zusammen oder ohne gerüstbildende Organismen).

MF 11 (Taf. 1, Fig. 2): Intrasparit, überwiegend mit Bahamiden, z. T. mit Biogenen.

MF 12 (Taf. 2, Fig. 1-2, Taf. 8, Fig. 3): Oosparit. Mehrere MF-Untertypen nach Begleitkomponenten (mit Pellets, mit verschiedenen Biogenen etc.).

Diese MF-Typen können im Bezug auf die mutmaßliche Wasserenergie zu 3 MF-Haupttypen (geringe Wasserbewegung – MF 1, 2, 6, 7; mäßige bzw. wechselnde Wasserbewegung – MF 1, 2, 3, 5, 7, 8, 9, 12; starke Wasserbewegung – MF 4, 9, 10, 11, 12) zusammengefaßt werden, in Bezug auf die ursprüngliche Substratbeschaffenheit zu 2 MF-Haupttypen (Weichböden-Typ – MF 1, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, Festböden-Typ – MF 1, 2, 8, 9).

Über die Verteilung der 12 MF-Typen in den obertriadischen Riffkomplexen der Nordalpen unterrichtet Tabelle 5:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
MF 1	x	x		x	x	x	x	x	x	x
MF 2		x		x			x	x		
MF 3	x		x	x	x		x			
MF 4	x	x	x				x	x		
MF 5				x		x				
MF 6	x	x	x				x			
MF 7	x	x	x	x		x	x			
MF 8	x	x	x	x						
MF 9	x		x							
MF 10		x	x	x					x	
MF 11	x	x								
MF 12		x	x							

Tabelle 5: Verteilung von MF-Typen in obertriadischen Riffkomplexen. A – Dachsteinkalk, Lofer-Fazies, B – Dachsteinkalk, riffnahe Bereiche, C – Dachsteinriffkalk – back-reef-Bereich, D – Dachsteinriffkalk – zentrales Riffareal, E – Dachsteinriffkalk – Vorriffbereich, F – Korallenkalke in Zlam-bach-Schichten, G – Rätoliasriffkalke, H – Hallstätter Riffkalke der Hohen Wand (Niederösterreich)

4 Übersicht über mikrofazielle Untersuchungen in der nordalpinen Trias

Obwohl für die südalpine Trias eine Reihe von bedeutenden mikrofazialen Untersuchungen vorliegen (z. B. BOSELLINI 1964, 1965, 1967, BECHSTÄDT & BRANDTNER 1970, GAETANI 1969, LEONARDI 1960, 1967, PURTSCHELLER 1962, ROSSI 1964, 1967, SCHÄFER 1965, ZORN 1970, 1971), beschränkt sich die folgende Übersicht auf Arbeiten in der Trias der Nordalpen. Die Zusammenstellung zeigt, daß nur einige Schichtglieder der nordalpinen Trias bisher in regional größerem Rahmen untersucht worden sind (zum Beispiel Alpiner Muschelkalk, Wetterstein-Kalk, Raibler Schichten, Hauptdolomit, Dachsteinkalke, Rätoliasriffkalke, Hallstätter Kalke).

Skyth

Werfener Schichten: BARTH 1968, BÜCHNER 1970, KOEHN-ZANINETTI 1969.

Sowohl die sedimentologischen Daten der klastischen Serien der Werfener Schichten als auch die mikrofazialen Merkmale der karbonatischen Einschaltungen sind bisher nur sehr ungenügend untersucht.

Anis

Drossa-Schichten: HIRSCH 1966, KOBEL 1969.

In diesem von HIRSCH in den Lechtaler Alpen ausgeschiedenen Schichtglied des tiefsten Anis wurden durch den Autor 3 MF-Typen unterschieden, die verschiedenen Gesteinstypen entsprechen. Vergleichbare Sedimenttypen hat KOBEL (1969) im unteren Alpenen Muschelkalk des Rhätikons festgestellt.

Reichenhaller Schichten: HAUERSTEIN 1964, J. FRISCH 1968, MILLER 1965, SARNTHEIM 1965, SCHENK 1967.

Gutensteiner Schichten: E. FLÜGEL & M. KIRCHMAYER 1963, BÜCHNER 1970, HIRSCH 1966, KOBEL 1969, SUMMERSBERGER 1966 a, b, TOLLMANN 1966.

An der Typlokalität in Gutenstein/Niederösterreich wurden (unter Berücksichtigung der Berichtigungen durch SUMMERSBERGER 1966 a) 3 MF-Typen unterschieden (Mikrit mit Radiolarien, Ostrakoden und seltenen Pellets bzw. Intraklasten; Mikrit mit Radiolarien, Ostrakoden und verkieselten Ooiden; arenitischer Biosparit mit Dasycladaceen-, Crinoiden- und Korallen-Detritus). Die Gutensteiner Kalke des Gesäuses (BÜCHNER 1970) sind als hornsteinführende Mikrite, Biomikrosparite mit Radiolarien, Schwammnadeln und Foraminiferen sowie Filamenten und als Intrabiosparite mit mm-großen Intraklasten und Brachiopoden und Muschelschalen ausgebildet. In den Lechtaler Alpen und im Rhätikon wurden innerhalb der Gutensteiner Schichten 6 MF-Typen festgestellt (HIRSCH 1966: Dolosparit; Intramikrudit mit Crinoiden und Pseudointraklasten; Dolomikrit mit mm-großen Intraklasten; Biomikrit mit Dasycladaceen bzw. Pelmikrit mit Crinoiden- und Dasycladaceen-Detritus; Biomikrit mit viel Crinoiden-Detritus; Dolosparit mit Crinoiden-Detritus).

Alpiner Muschelkalk: FRANZ 1966, HIRSCH 1966, KARAGOUNIS 1962, KOBEL 1969, KUBANEK 1969, J. FRISCH 1968, MILLER 1965, SARNTHEIM 1965 a, b, 1966, 1967.

Von wesentlicher Bedeutung hinsichtlich der Erfassung des mikrofaziellen Inventars sind die Untersuchungen von J. FRISCH, KUBANEK und SARNTHEIM, wonach die schon im Gelände erkennbare, lithologische Dreigliederung der Serie auch mikrofaziell untermauert werden kann. Nach KUBANEK treten in den einzelnen Abschnitten folgende Kalk-Typen auf: „Wurstel“-Bankkalk-Serie – laminierte Dolomite (aufgebaut aus Dolomikriten und Dolopelspariten), Mergelkalke mit Wühlgefügen, Bankkalke mit Mikriten, Pelmikriten und arenitischen Biomikriten sowie mit Sphärenmikriten; Massenkalk mit stark differenzierten MF-Typen (Oosparite, Biopelmikrite mit Dasycladaceen, Dasycladaceen-Sparite, Mikrite und Pelmikrite mit Radiolarien, Pelsparite, arenitische und ruditische Intrasparite mit Lumps, Dismikrite u. a.); Crinoidenkalke; Knollenkalk-Serie – Mikrite und Mikrosparite, Biomikrite mit gehäuft auftretenden Filamenten, Biopelmikrite.

Reiflinger Schichten: GESSNER 1966, HIRSCH 1966, KOBEL 1969, WAGNER 1970.

In dieser relativ monotonen Folge wurde durch HIRSCH 4 MF-Typen unterschieden, die durch Biomikrite mit verschieden häufigen Biogenen (dünnchalige Mollusken,

Ostrakoden, Filamente, Radiolarien, Foraminiferen, Echinodermaten) und verschieden ausgebildeten Intraklasten charakterisiert sind.

Ladin

Arlberg-Kalke: HIRSCH 1966, KOBEL 1969.

Partnach-Kalke: FRANZ 1966, HAUERSTEIN 1964, KOBEL 1969, MILLER 1965, 1971, SARNTHEIM 1965 a, b, H.-J. SCHNEIDER 1964.

Wetterstein-Kalke: BAUER 1970, BÜCHNER 1970, EPPENSTEINER 1965, 1970, FRANZ 1966, GERMANN 1966, 1968, 1969, HAUERSTEIN 1964, MILLER 1963, 1965, E. OTT 1967, E. OTT & KRAUS 1968, SARNTHEIM 1965 a, b, 1966, H.-J. SCHNEIDER 1964, TOSCHEK 1968, VIDAL 1953.

Arlberg-Kalke und Partnach-Kalke scheinen mikrofaziell relativ gering differenziert zu sein, sie weisen ähnliche MF-Typen auf wie die oben genannten anisischen Karbonate. Allerdings finden sich in den Arlberg-Schichten des Rhätikons Riffstrukturen mit arenitischen und ruditischen Biospariten, wie sie sonst überwiegend im Wetterstein-Kalk vorkommen. Hinsichtlich der Mikrofazies der Wettersteinkalke sind die ausgezeichneten Untersuchungen von GERMANN, E. OTT und SARNTHEIM hervorzuheben, durch welche die Karbonattypen der Lagunen- und der Riff-Entwicklung näher bekannt wurden. Wesentliche Beobachtungen finden sich jedoch bereits in den Arbeiten von LEUCHS (1928, 1932).

Karn

Raibler Schichten: ANGERMEIER et al. 1963, HARSCH 1968, JERZ 1965, 1966, O. KRAUSS 1969, E. OTT 1967, SCHÄFER 1965, SCHROLL 1967, SCHULER 1967, 1968, 1971, SCHULZ 1960, 1970.

Die sedimentologischen Daten der Raibler Schichten sind durch die Untersuchungen der Münchner Arbeitsgruppe (TU München) relativ gut bekannt. Die Mikrofazies der in den klastischen Serien eingeschalteten Karbonate und der Kalk-Dolomit-Folgen wurde durch SCHULER 1968 beschrieben.

Mürztaler Schichten: E. FLÜGEL 1963, LEIN 1972.

Nor und Rät

Hauptdolomit und Plattenkalke: CZURDA 1970, CZURDA & NICKLAS 1970, FRANZ 1966, HÜCKEL & JACOBSHAGEN 1962, HUCKRIEDE 1959, MÜLLER-JUNGBLUTH 1968, 1970, PFEIFFER 1961, WIESENER 1968, ZANKL 1971.

Der nordalpine Hauptdolomit ist mikrofaziell durch CZURDA & NICKLAS und durch MÜLLER-JUNGBLUTH sehr genau untersucht worden.

Dachsteinkalke und Dachsteineriffkalke: BOLZ 1966, BÜCHNER 1970, E. FLÜGEL & E. FLÜGEL-KAHLER 1963, FRANZ 1966, A. G. FISCHER 1964, ZANKL 1969, 1971.

Kössener Schichten: FABRICIUS 1961, 1966, 1968, FARBRICIUS et al. 1970, FRANZ 1966, ZANKL 1971.

Oberrättriffkalke bzw. Rätolias-Riffkalke: FABRICIUS 1960, 1966, 1967, 1968, OHLEN 1959, ZANKL 1967, 1971.

Bedingt durch die im nordalpinen Raum ab 1959 erneut einsetzenden Riff-Untersuchungen ist die Mikrofazies der obertriadischen Riffkalke und der dazugehörigen Beckensedimente genauer bekannt geworden. Der Reichtum an Fossilien gestattet eine starke mikrofazielle Aufsplitterung, wobei die dann unterschiedenen MF-Typen vielfach nur ökologisch bedingten Teilbereichen der Riffe entsprechen. Es ist wahrscheinlich, daß die auf Seite 35 skizzierten 12 MF-Typen zur Kennzeichnung der Dachsteinkalke- und -Riffkalke und der Oberrättriffkalke ausreichen. Neue Untersuchungen sind im Bezug auf die Kössener Schichten und auf die mergeligen Oberrättriffkalke notwendig.

Hallstätter Kalke: E. FLÜGEL 1963 a, KRISTIN, SCHÄFFER & SCHLAGER 1971, KRISTIN & SCHLAGER 1971, RIECHE 1971, W. SCHLAGER 1967 a, b, 1969, WENDT 1970.

Ältere Mikrofazies-Untersuchungen müssen nach der Erstellung eines „Normalprofils“ der Hallstätter Kalke durch W. SCHLAGER und nach der genauen Aufnahme der syndementären und postsedimentären Spaltenfüllungen durch die Arbeitsgruppe SCHLAGER wiederholt werden, wobei eine Kombination von Schliiffuntersuchungen und geochemischen Untersuchungen anzustreben ist, da das mikrofazielle Spektrum der Hallstätter Kalke relativ klein ist. Dies ergibt sich auch aus der Detailuntersuchung der karnisch-norischen Hallstätter Kalke der Berchtesgadener Alpen durch RIECHE, der 6 durch Art und Menge der relativ einheitlichen Biogene unterschiedene MF-Typen beschreibt.

Zlambach-Schichten: BOLZ 1969, E. FLÜGEL 1962, W. SCHLAGER 1966, TOLLMANN & KRISTAN-TOLLMANN 1970, ZANKL 1971.

Nach den Untersuchungen von BOLZ können die karbonatischen Sedimente der Zlambach-Schichten der Fischerwiese bei Alt-Aussee 4 MF-Typen (Biomikrit mit dünnchaligen Fossildetritus und bioturbaten Texturen; schlecht sortierter Biomikrosporit mit Intraklasten und verschiedenen Biogenen bzw. mit mikritischen Pellets und nur wenigen Intraklasten; mäßig sortierte und gerundete Biopelsparite mit Intraklasten, inkrustierenden Foraminiferen, Ostrakoden, Echinodermen und Algen; gut sortierter, geschichteter Biopelsparit mit Pellets, Kleinforaminiferen und eingeregelter Schill) zugeordnet werden. In den Zlambach-Schichten des Grünbachgrabens treten 2, im Höllgraben 4, im Mühlgraben bei Lofer 1 MF-Typus auf.

Diese Zusammenstellung ist selbstverständlich nicht vollständig; sie soll lediglich Bearbeitungsschwerpunkte und -lücken zeigen. Es fällt auf, daß im allgemeinen nur wenige MF-Typen (im allgemeinen unter 6) unterschieden werden. Dies kann einerseits auf die Beschränkung auf wenige Merkmalsgruppen bedingt sein, wie sie sich aus der Verwendung der FOLKSchen Karbonatklassifikation ergibt. Andererseits dürfte in der geringen Zahl der MF-Typen jedoch auch die tatsächlich vorhandene fazielle Variationsbreite zu Ausdruck kommen, wenn man Beobachtungen in rezenten Karbonatgebieten zum Vergleich heranzieht (IMBRIE & PURDY 1962).

5 Notwendigkeiten

Abschließend soll kurz auf die bei weiteren mikrofaziellen Untersuchungen in der

alpinen Trias (und auch in anderen Schichtgruppen) wünschenswerten Entwicklungsmöglichkeiten der MF-Analyse hingewiesen werden.

Abgesehen von der notwendigen Untersuchung der vielen noch nicht oder nur ungenügend bearbeiteten Schichtgruppen wie zum Beispiel der Werfener Schichten, der Opponitzer Kalke und der Lunzer Schichten, erscheinen folgende Punkte von besonderer Bedeutung:

(1) Erfassung von lithokongruenten Organismen-Assoziationen durch Häufigkeitsanalysen und durch genaue Beschreibung des die Fossilien enthaltenden Sedimentes: Derartige Untersuchungen können zu allgemeingültigen Aussagen über die Abhängigkeit der Mikrofossilien von generellen Umwelteinflüssen (Substrat, Einstreuung von terrigenen Komponenten, Bindung an bestimmte Riff- und Flachwasserbereiche u. a.) führen. Als Beispiele seien die Untersuchungen von BECHSTÄDT & BRANDTNER (1970) über die Abhängigkeit von Dasycladaceen- und Foraminiferen-Gruppen von Ton-Gehalt der Karbonate, die Arbeit von CZURDA & NICKLAS (1970) über die Beziehungen zwischen dem Sandschaler/Kalkschaler-Verhältnis bei Foraminiferen und dem Ca/Mg-Verhältnis und die Untersuchungen von HOHE-NEGGER & LOBITZER (1971) über die Fazies-Bindung von Foraminiferen-Assoziationen in einem obertriadischen Riffkomplex genannt.

(2) Beschreibung der mikrofaziellen Variationsbreite durch laterale Beprobung von Schichten und Schichtgruppen. CZURDA & NICKLAS (1970 : 217) haben am Beispiel von Plattenkalk-Bänken gezeigt, welche rasche Änderungen innerhalb einer „Mikrofazies-Nachbarschaft“ möglich sind. Grundsätzlich wird man bei Karbonaten des Supra- und Intertidal-Bereichs mit beträchtlichen Schwankungen der mikrofaziellen Variationsbreite rechnen müssen (vergleiche zum Beispiel MÜLLER-JUNGBLUTH 1970 : 290), während homogene Oolithplattformen geringe Mikrofazies-Unterschiede aufweisen (zum Beispiel SCHULER 1968 : 34), Menge und Größe von Ooiden und Onkoiden in einer Sphaerocodien-Oolith-Bank der Raibler Schichten bei einem Profilabstand von 4,6 km weitgehend ähnlich).

(3) Genauere paläontologische Durcharbeitung des Schliffmaterials: Bei einer Reihe von Fossilgruppen bestehen in der alpinen Trias beträchtliche Wissenslücken. Im einzelnen gilt dies für Foraminiferen, Kalkschwämme, Korallen, Hydrozoen und Bryozoen sowie für Solenoporaceen und Codiaceen. Von besonderem Interesse wären Beschreibungen von skythischen Coelenteraten, Spongien, Bryozoen und Kalkalgen, da aus der alpinen Untertrias und zum Teil auch von anderen Punkten der Erde diese Gruppen nicht bekannt sind. Die Untersuchungen von BECHSTEDT & BRANDTNER (1970) im Anis der Pragser und Olinger Dolomiten haben eine reiche, bisher aus dem Anis völlig unbekanntes Spongien-Coelenteraten-Bryozoen-Kalkalgen-Assoziation bekannt gemacht; LEIN konnte in den norischen Mürztaler Schichten der Steiermark Hydrozoen finden, die als Ausgangsformen von jungmesozoischen Hydrozoen anzusehen (E. FLÜGEL & LEIN, in Vorbereitung). Es ist selbstverständlich, daß die in Schliffen typisierbaren Fossilien nach Möglichkeit mit körperlich erhaltenen Formen verglichen werden oder zumindestens durch Serien-Folienabzüge hinsichtlich ihrer Gestalt und Innenstruktur genau erfaßt werden müssen. Nicht zuletzt sei auf die Notwendigkeit von brauchbaren Dünnschliffabbildungen hingewiesen, wobei auch

Formen berücksichtigt werden sollten, die zunächst als Mikroproblematika anzusprechen sind (siehe diesen Band, Seite □).

Dank

Die Untersuchungen des Verfassers in der alpinen Trias wurden in den letzten Jahren durch Sach- und Reisebeihilfen der DEUTSCHEN FORSCHUNGSGEMEINSCHAFT in dankenswerter Weise gefördert. Für die Überlassung von Vergleichsmaterial, für die Führung bei gemeinsamen Exkursionen und für die Auskunft über laufende mikrofazielle Arbeiten möchte ich den Herren Dr. J. BYSTRICKY (Bratislava), Dr. H. BÖGEL (München), Dr. H. BOLZ (Rijkswyk), Prof. Dr. Kl. SCHMIDT (Münster), Prof. Dr. ZEIL (Berlin) und Prof. Dr. H. Zankl (Marburg a. d. Lahn) danken. Frau Marianne DUKAT (Geol.-Paläont. Inst., TH Darmstadt) danke ich für ihre Hilfe bei der Ausarbeitung der photographischen Vorlagen.

Literatur

- ANGERMEIER, H. O., PÖSCHL, A. & SCHNEIDER, H.-J. (1963): Die Gliederung der Raibler Schichten und die Ausbildung ihrer Liegendgrenze in der „Tirolischen Einheit“ der östlichen Chiemgauer Alpen. – Mitt. bayer. Staatssaml. Paläont. hist. Geol., 3, 85-105, 3 Abb., 1 Tab., München.
- ASSERETO, R. (1971): Die Binodosus-Zone. Ein Jahrhundert wissenschaftlicher Gegensätze. – Sitzungsber. österr. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl., Abt. I, 179, 1/4, 25-53, 5 Abb., Wien.
- BABIC, L. (1970): Sphaerocodium or Onkoids from the upper Triassic Dolomite of Western Yugoslavia? – Geol. Vjesnik, 23, 11-19, 1 Taf., 1 Abb., Zagreb.
- BACCELLE, L. & BOSELLINI, A. (1965): Diagrammi per la stima visiva della composizione percentuale nelle rocce sedimentarie. – Ann. Univ. Ferrara, N. S., Sez. IX, Sci. Geol. Paleont., 1, 3, 59-62, 24 Taf., Ferrara.
- BARTH, W. (1968): Die Geologie der Hochkalter-Gruppe in den Berchtesgadener Alpen (Nördliche Kalkalpen). – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 131, 119-177, Taf. 11-12, 4 Beil., Stuttgart.
- BATHURST, R. G. C. (1971): Carbonate sediments and their diagenesis. – Dev. Sed., 12, 620 S., Amsterdam (Elsevier).
- BAUER, F. K. (1970): Zur Fazies und Tektonik des Nordstammes der Ostkarawanken von der Petzen bis zum Obir. – Jb. geol. Bundesanst., 113, 189-245, 2 Taf., 11 Abb., Wien.
- BECHSTÄDT, Th. & BRANDTNER, R. (1970): Das Anis zwischen St. Vigil und dem Höhlensteintal (Pragser- und Olang Dolomiten, Südtirol). – Festband Geol. Inst. 300-Jahrfeier Univ. Innsbruck, 9-103, 18 Taf., 4 Abb., 2 Karten, Innsbruck.
- BELLONI, S. (1963): La serie retica del Monte Torezzo (Val Cavallina). – Riv. Ital. Paleot. Strat., 49, 3, 385-426, Taf. 27-28, 3 Abb., Milano.
- BERNOULLI, D. (1964): Zur Geologie des Monte Generoso (Lombardische Alpen). – Beitr. Geol. Karte Schweiz, N. F., 118, 134 S., 2 Taf., 51 Abb., 2 Tab., Bern.

- BERNOULLI, D. & WAGNER, C. W. (1971): Subaerial diagenesis and fossil caliche deposits in the Calcare Massiccio Formation (Lower Jurassic, Central Apennines, Italy). — *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, **138**, 2, 135-149, 8 Abb., Stuttgart.
- BISSEL, H. J. (1970): Petrology and Petrography of Lower Triassic Marine Carbonates of Southern Nevada (U.S.A.). — *Internat. Sed. Petrograph. Ser.*, **14**, 27 S., 82 Taf., 13 Abb., Leiden (Brill).
- BISSEL, H. J. & CHILINGAR, G. V. (1967): Classification of Sedimentary Carbonate Rocks. — In: CHILINGAR, G. V., BISSEL, H. J. & FAIRBRIDGE, R. W.: Carbonate Rocks. — *Dev. Sed.*, **9 A**, 87-168, 15 Taf., 10 Tab., 4 Abb., Amsterdam — London — New York (Elsevier).
- BITTERLI, P. (1963 a): Aspects of the Genesis of Bituminous Rock Sequences. — *Geol. Mijnbouw*, **42**, 183-201, 9 Abb., Haag.
- (1963 b): Classification of Bituminous Rocks of Western Europe. — *Proc. Sixth World Petroleum Congr. 1963, Sect. I, Paper 30*, 1-10, 4 Abb., Frankfurt a. M.
- (1963 c): Studien an bituminösen Gesteinen aus Österreich und benachbarten Gebieten. — *Erdoel-Z.*, **1962**, 7, 405-416, 3 Tab., 2 Abb., Wien-Hamburg.
- BONHAM-CARTER, G. F. (1965): A Numerical Method of Classification using Qualitative and semi-Quantitative Data, as applied to the Facies Analysis of Limestone. — *Bull. Canadian Petrol. Geol.*, **13**, 4, 482-502, 3 Abb., 9 Tab., Calgary.
- BOLZ, H. (1966): Sedimentpetrographische Untersuchungen im Dachsteinkalk (Norrhät— des Kehlsteins bei Berchtesgaden. — Unveröff. Studienarbeit Inst. Geol. TU Berlin, 61 S., 40 Abb., Berlin (Maschinenschrift).
- (1969): Die Zlambach-Schichten (alpine Obertrias) unter besonderer Berücksichtigung der Ostrakoden. — *Diss. Techn. Univ. Berlin*, 260 S., 27 Taf., Berlin (Maschinenschrift).
- BOSELLINI, A. (1964 a): Sul significato genetico e ambientale di alcuni tipi di rocce calcaree in base alle più recenti classificazioni. — *Mem. Mus. Storia Nat. Venezia Tridentina*, Anno 27/28, **15**, 2, 1-58, 8 Taf., 6 Abb., Trento.
- (1964 b): Stratigrafia, Petrografia e Sedimentologia della facies carbonatiche al limite Permiano-Trias nelle Dolomiti occidentali. — *Mem. Mus. Storia Naturale Venezia Tridentina*, **15**, 2, 106 S., 57 Abb., 1 Beil., Trento.
- (1965): Analisi petrografica della „Dolomia principale“ nel gruppo di Sella (Regione Dolomitica). — *Mem. Geopaleont. Univ. Ferrara*, **1** 2/3, 49-109, 5 Taf., 37 Abb., Ferrara.
- (1967): La tematica deposizionale della Dolomia Principale. — *Boll. Soc. Geol. Ital.*, **86**, 133-169, 26 Abb., Roma.
- BRICKER, O., Herausgeber (1971): Carbonate Cements. — 376 S., 158 Abb., Baltimore — London (John Hopkins Press).
- BROWN, J. S. (1943): Suggested use of the word microfacies. — *Econ. Geol.*, **38**, 325, New Haven.
- BÜCHNER, K.-H. (1970): Geologie der nördlichen und südwestlichen Gesäuse-Berge (Ober-Steiermark, Österreich). — *Diss. Univ. Marburg a. d. Lahn*, 118 S., 45 Abb., 3 Beil., Marburg a. d. Lahn (Photodruck).

- CATALOV, G. (1971): Structural-genetic Classification of the Limestones. – Bulgarian Acad. Sci., Comm. Geol., Bull. Geol. Inst., Ser. Strat. Lithol., **20**, 133-156, 6 Taf., 1 Tab., Sofia.
- CHEETHAM, A. H. & HAZEL, J. E. (1969): Binary (Presence-Absence) Similarity Coefficients. – J. Paleont., **43**, 5, 1130-1136, Tulsa.
- CHILINGAR, G. V., BISSEL, H. J., FAIRBRIDGE, R. W. (1967): Carbonate Rocks., – Dev. Sed. **9** A, 471 S., Amsterdam – London – New York (Elsevier).
- CHOQUETTE, P. W. & PRAY, L. C. (1970): Geologic Nomenclature and Classification of Porosity in Sedimentary Carbonates. – Bull. Amer. Ass. Petrol. Geol., **54**, 2, 207-250, 13 Abb., Tulsa.
- CUVILLIER, J. (1951): Etude et utilisation rationelle de microfacies. – Rev. Micropaleont., **4**, 1, 3-6, Paris.
- CZURDA, K. (1970 a): Das Plattenkalk-Niveau als Übergangsfazies, aufgezeigt am Beispiel der Klostertaler Alpen. – Verh. geol. Bundesanst., Jg. 1970, **4**, 549-550, Wien.
- CZURDA, K. (1970 b): Sedimentationszyklen aus dem Nor der Klostertaler Alpen (Nördliche Kalkalpen, Vorarlberg). – Ber. Nat.-Med. Ver. Innsbruck, **58**, 465-482, 5 Taf., Innsbruck.
- CZURDA, K. & NICKLAS, L. (1970): Zur Mikrofazies und Mikrostratigraphie des Hauptdolomites und Plattenkalk-Niveaus der Klostertaler Alpen und des Rhätikon (Nördliche Kalkalpen, Vorarlberg). – Festband Geol. Inst. 300-Jahr-Feier Univ. Innsbruck, 165-253, 10 Phototaf., 13 Texttaf., Innsbruck.
- DUNHAM, R. J. (1962): Classification of Carbonate Rocks According to Depositional Texture. – Mem. Amer. Ass. Petrol. Geol., **1**, 108-121, 7 Taf., Tulsa.
- ELTGEN, H. (1970): Statistische Methoden in der Mikro-Biofazies-Analyse. – Clausthaler Tekton. H., **10**, 363-374, Clausthal.
- EMBRY, A. F. & KLOVAN, J. E. (1972): Absolute Water Depth of Late Devonian Palaeoecological Zones. – Geol. Rundschau, **61**, 2, 672-686, 10 Abb., Stuttgart.
- EPPENSTEINER, W. (1965): Die schwarzen Breccien der Bleiberger Fazies. – Mitt. Ges. Geol. Bergbau-Stud. **14/15**, 205-228, Wien.
 – (1970): Studien über Sedimentation und Diagenese des oberen Wettersteinkalkes in Bleiberger-Kreuth (Kärnten). – Diss. Univ. Wien, 89 S., 24 Abb., 3 Beil., Wien (Notring-Verlag).
- FABRICIUS, F. H. (1960): Sedimentation und Fazies des Rät und der Lias-Überdeckung in den Bayrisch-Tirolischen Kalkalpen. – Auszug Diss. TH München, 16 S., 2 Abb., München (Photodruck).
 – (1961): Die Strukturen des „Rogenpyrits“ (Kössener Schichten, Rät) als Beitrag zum Problem der „Vererzten Bakterien“. – Geol. Rundschau, **51**, 647-657, 3 Taf., Stuttgart.
 – (1962): Faziesentwicklung an der Trias/Jura-Wende in den mittleren Nördlichen Kalkalpen. – Z. deutsch. geol. Ges., Jg. 1961, **113**, 2/3, 311-319, 3 Abb., Hannover.
 – (1966): Beckensedimentation und Riffbildung an der Wende Trias/Jura in den Bayerisch-Tiroler Kalkalpen. – Internat. Sed. Petrograph. Ser., **9**, 143 S.,

- 27 Taf., 24 Abb., 7 Tab., Leiden (Brill).
- (1967): Die Rhät- und Lias-Oolithe der nordwestlichen Kalkalpen. – Geol. Rundschau, **56**, 1, 140-170, 2 Taf., 10 Abb., 2 Tab., Stuttgart.
 - (1968): Calcareous Sea Bottoms of the Rhaetian and Lower Jurassic Sea from the West Part of the Northern Calcareous Alps. – Rec. Dev. Carbonate Sed. Central Europe, 240-249, 1 Taf., 2 Abb., Berlin – Heidelberg – New York (Springer).
- FISCHER, A. G. (1964): The Lofer Cyclothems of the Alpine Triassic. – Kansas Geol. Surv. Bull., **169**, 107-149, 38 Abb., Lawrence.
- FISCHER, G. (1957): Über die Bitumenmergel von Seefeld in Tirol. – Geol. Jb., **74**, 63-74, 18 Abb., Hannover.
- FLÜGEL, E. (1962): Untersuchungen im obertriadischen Riff des Gosaukammes (Dachsteingebiet, Oberösterreich). III. Zur Mikrofazies der Zlambach-Schichten am W-Ende des Gosaukammes. – Verh. geol. Bundesanst., **1962**, 1, 138-145, Taf. 5, 1 Abb., Wien.
- (1962 b): Untersuchungen über den Fossilinhalt und die Mikrofazies der obertriadischen Riffkalke in den Nordalpen. – Unveröff. Habil. Schrift Univ. Wien, 279 S., 43 Taf., Wien.
 - (1963 a): Zur Geologie der Sauwand bei Gußwerk (Steiermark). – Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, **93**, 64-105, Taf. 3-6, Beil. Taf. 2 und 7, 4 Abb., 8 Tab., Graz.
 - (1963 b): Zur Mikrofazies der alpinen Trias. – Jb. geol. Bundesanst., **106**, 1, 205-228, Taf. 1-3, 2 Ab., 2 Tab., Wien.
 - (1964): Mikroproblematika aus rhätischen Riffkalcken der Nordalpen. – Paläont. Z., **38**, 1/2, 74-87, Taf. 8-9, 1 Abb., 1 Tab., Stuttgart.
 - (1967): Conodonten und Mikrofazies der Hallstätter Kalke (Nor) am Siriuskogel in Bad Ischl, Oberösterreich. – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1967**, 2, 91-103, 2 Tab., Stuttgart.
 - (1971): Mikrofazies-Typen und Organismen-Assoziationen der obertriadischen Riffe im alpin-mediterranen Raum. – Program Abstracts, VIII Internat. Sed. Congress, 1971, 30, Heidelberg.
- FLÜGEL, E. & FLÜGEL-KAHLER, E. (1963): Mikrofazielle und geochemische Gliederung eines obertriadischen Riffes der nördlichen Kalkalpen (Sauwand bei Gußwerk, Steiermark, Österreich). – Mitt. Mus. Geol. Bergbau Technik, Landesmus. Joanneum, **24**, 1-128, 10 Taf., 11 Abb., Graz.
- FLÜGEL, E. & FRANZ, H. E. & OTT, W. (1968): Review on Electron Microscope Studies of Limestones. – Rec. Dev. Carbonate Sed. Central Europe, 85-97, 2 Taf., 5 Abb., Berlin – Heidelberg – New York (Springer).
- FLÜGEL, E. & KIRCHMAYER, M. (1963): Typlokalität und Mikrofazies des Gutensteiner Kalkes (Anis) der nordalpinen Trias. – Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, **93**, 106-136, Taf. 8-11, 7 Abb., Beil.-Taf. 12-13, 4 Tab., Graz.
- FLÜGEL, H. W. & PETAK, H. (1964): Zur Kenntnis der „Pseudo-Hallstätter Kalke“ der alpinen Trias. – Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, **94**, 19-30, 5 Abb., 5 Tab., Graz.
- FOLK, R. L. (1959): Practical Petrographical Classification of Limestones. – Bull. Amer. Ass. Petrol. Geol., **43**, 1, 1-38, 41 Abb., Tulsa.

- FOLK, R. L. & ROBLES, R. (1964): Carbonate Sands of Isla Perez. Alacran Reef Complex, Yucatan. – *J. Geol.*, **72**, 3, 255-292, 4 Taf., 19 Abb., Chicago.
- FOLK, R. L. & WARD, W. C. (1957): Brazos River bar, a study in the significance of grain-size parameters. – *J. Sed. Petrol.*, **27**, 3-27, Tulsa.
- FRANZ, U. (1966): Die Trias der Oberwössener Mulde (Chiemgauer Alpen). Ein Beitrag zur Stratigraphie und Fazieskunde der Nördlichen Kalkalpen. – Diss. Univ. München, 91 S., 7 Taf., 1 geol. Karte, 1 Profiltafel, 1 tekton. Karte, 3 Abb., München (Photodruck).
- FRISCH, J. (1968): Sedimentologische, lithofazielle und paläogeographische Untersuchungen in den Reichenhaller Schichten und im Alpinen Muschelkalk der Nördlichen Kalkalpen zwischen Lech und Isar. – Diss. TH München, 133 S., 45 Taf., München (Maschinenschrift).
- FRITZ, G. K. (1958): Schwammstotzen, Tuberolithe und Schuttbreccien im Weißen Jura der Schwäbischen Alb. – *Arb. Geol.-Paläont. Inst. TH Stuttgart, N. F.*, **13**, 118 S., 5 Taf., 24 Abb., Stuttgart.
- FÜCHTBAUER, H. (1970): Karbonatgesteine. – In: FÜCHTBAUER, H. & MÜLLER, G.: Sedimente und Sedimentgesteine, 275-417, 92 Abb., 11 Tab., Stuttgart (Schweizerbart).
- GAETANI, M. (1969): Osservazione paleontologica e stratigrafica sull'Anisico delle Giudicarie (Trento). – *Riv. Ital. Paleont. Str.*, **75**, 3, 469-546, Taf. 31-37, Milano.
- GERMANN, K. (1966): Ablauf und Ausmaß diagenetischer Veränderungen im Wettersteinkalk (alpine Mitteltrias). – Diss. Univ. München, 122 S., 17 Taf., München (Photodruck).
- (1969): Reworked Dolomite Crusts in the Wettersteinkalk (Ladinian, Alpine Triassic) as Indicators of Early Supratidal Dolomitization and Lithification – *Sed.*, **12**, 257-277, 13 Abb., Amsterdam.
- GESSNER, D. (1966): Gliederung der Reiflinger Kalke an der Typlokalität Großreifling a. d. Enns (Nördliche Kalkalpen). – *Z. deutsch. geol. Ges.*, Jg. 1964, **116**, 696-708, 2 Taf., 5 Tab., Hannover.
- GRIMM, W. D. (1964): Ausfällung von Kieselsäure in salinar beeinflussten Sedimenten. – *Z. deutsch. Geol. Ges.*, **144**, 3, 590-619, 2 Taf., 13 Abb., Hannover.
- GÜMBEL, C. W. (1873): Mikroskopische Untersuchungen alpiner Triaskalke und Dolomite. – *Verh. geol. Reichsanst.*, **7**, 8, 141-144, Wien.
- HADITSCH, J. G. (1967): Coelestin und Flußspat aus den Opponitzer Kalken von Obermicheldorf/Oberösterreich. – *Jb. oberösterr. Musealver.*, **112**, 161-172, Linz a. d. Donau.
- HAM, W. E. (1962, Herausgeber): Classification of Carbonate Rocks. A Symposium. – *Mem. Amer. Ass. Petrol. Geol.*, **1**, 279 S., Tulsa.
- HAGN, H. (1955): Fazies und Mikrofauna der Gesteine der Bayerischen Alpen. – *Internat. Sed. Petrograph. Ser.*, **1**, 174 S., 71 Taf., 8 Tab., Leiden (Brill).
- HARSCH, W. (1968): Lithofazielle, sedimentologische und paläogeographische Untersuchungen in den Raibler Schichten der Nördlichen Kalkalpen zwischen Fernpaß und Rhein. – Diss. TH München, München (Maschinenschrift).
- HAUERSTEIN, G. (1964): Zur Stratigraphie der Mitteltrias südwestlich der Kampenwand

- (Cheimgauer Alpen). – Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., 4 71-92, Taf. 12, 4 Abb., München.
- HEINRICH, A. (1913): Untersuchungen über die Mikrofauna des Hallstätter Kalkes. – Verh. geol. Reichsanst., 1913, 225-234, Wien.
- HIRSCH, F. (1966): Etude stratigraphique du Trias moyen de la region de l'Arlberg (Alpes du Lechtal, Autriche). – Diss. ETH Zürich, 88 S., 2 Taf., 12 Texttaf., 10 Abb., 4 Tab., Zürich (Photodruck).
- HOHENEGGER, J. & LOBITZER, H. (1971): Die Foraminiferen-Verteilung in einem obertriadischen Karbonatplattform-Becken-Komplex der östlichen Nördlichen Kalkalpen (Dachsteinkalk – Aflenzer Kalk im südöstlichen Hochschwabgebiet, Steiermark). – Verh. geol. Bundesanst., 1971, 3, 458-485, 4 Abb., 3 Taf., Wien.
- HÜCKEL, B. & JACOBSHAGEN, V. (1962): Geopetale Sedimentgefüge im Hauptdolomit und ihre Bedeutung für die tektonische Analyse der Nördlichen Kalkalpen. – Z. deutsch. geol. Ges., Jg. 1961, 113, 2/3, 305-310, 2 Taf., 1 Abb., Hannover.
- HUCKRIEDE, R. (1959): Trias, Jura und tiefe Kreide bei Kaisers in den Lechtaler Alpen (Tirol). – Verh. geol. Bundesanst., 1959, 44-91, 1 Abb., Wien.
- JERZ, H. (1965): Zur Paläogeographie der Raibler Schichten in den westlichen Nordalpen. – Z. deutsch. geol. Ges., 116, 2, 427-439, 9 Abb., Hannover.
– (1966): Untersuchungen über Stoffbestand, Bildungsbedingungen und Paläogeographie der Raibler Schichten zwischen Lech und Inn (Nördliche Kalkalpen). – Geol. Bavarica, 56, 3-102, München.
- KARAGOUNIS, K. (1962): Zur Geologie der Berge zwischen Ofenpaß, Spöltal und Val del Gallo im Schweizerischen Nationalpark (Graubünden). – Erg. wiss. Untersuch. Schweiz, Nationalpark, VII, N. F., 48, 373-451, 6 Taf., Chur.
- KERKMANN, K. (1969): Riffe und Algenbänke im Zechstein von Thüringen. – Freiburger Forschungshefte, C 252, 85 S., 19 Taf., 28 Abb., 2 Tab., Leipzig.
- KLOVAN, J. E. & EMBRY, A. F. (1971): Absolute Depth Determinations of Devonian Reef Building Communities. – Program Abstracts, VIII Internat. Sed. Congress, 1971, 52, Heidelberg.
- KLOVAN, J. E. & BILLINGS, G. K. (1967): Classification of geological samples by discriminant-function analysis. – Bull. Canadian Petrol. Geol., 15, 3, 313-330, Calgary.
- KOBEL, M. (1969): Lithostratigraphische und sedimentologische Untersuchungen in der kalkalpinen Mitteltrias (Anisian und Ladinian) des Rhätikon (Österreich und Fürstentum Liechtenstein). – Diss. Univ. Zürich, 151 S., 2 Beil., 52 Abb., Zürich (Photodruck).
- KOEHN-ZANINETTI, L. (1969): Les Foraminifères du Trias de la Region de l'Almtal (Haute-Autriche). – Jb. Geol. Bundesanst., Sonderband 14, 155 S., 12 Taf., 44 Abb., Wien.
- KRAUS, O. (1969): Die Raibler Schichten des Drauzuges (Südliche Kalkalpen). Lithofazielle, sedimentpetrographische und paleogeographische Untersuchungen. – Jb. geol. Bundesanst., 112, 81-152, 7 Taf., 18 Abb., Wien.
- KRAUS, O. & OTT, E. (1968): Eine ladinische Riff-Fauna im Dobratsch-Gipfelkalk (Kärnten, Österreich) und Bemerkungen zum Faziesvergleich von Nordalpen und

- Drauzug. – Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., 8, 263-290, 3 Abb., Taf. 17-20, München.
- KRAUS, O. & SCHMIDT-THOME, P. (1967): Faziesverteilung in der alpinen Trias des Heiterwand-Gebietes (östliche Lechtaler Alpen, Tirol). – N. Jb. Geol. Paläont. Mh. 1967, 2, 117-127, 3 Abb., Stuttgart.
- KRISTAN-TOLLMANN, E. (1964): Zur Charakteristik triadischer Mikrofaunen. – Paläont. Z., 38, 1/2, 66-73, Taf. 6-7, 3 Abb., Stuttgart.
- (1970): Die Osteocrinusfazies, ein Leithorizont von Schwebcrinoiden im Oberladin-Unterkarn der Tethys. – Erdöl und Kohle, 23 781-789, 13 Abb., Wien – Hamburg.
- KRISTAN-TOLLMANN, E. & TOLLMANN, A. (1964): Das mittelostalpine Rät-Standardprofil aus dem Stangalm-Mesozoikum (Kärnten). Mit Vergleich zum unter- und oberostalpinen Rät. – Mitt. Geol. Ges. Wien, 56, 2, Jg. 1963, 539-589, 8 Taf., Wien.
- KRISTAN-TOLLMANN, E., TOLLMANN, A. & GEYSSANT, J. (1969): Zur Schichtfolge und Fossilführung des zentralalpinen (unterostalpinen) Rhät der Tarntaler Berge in Tirol. – Jb. geol. Bundesanst., 112 1-29, 7 Taf., 1 Abb., Wien.
- KRYSTIN, L., SCHÄFFER, G. & SCHLAGER, W. (1971 a): Über die Fossil-Lagerstätten in den triadischen Hallstätter Kalken der Ostalpen. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 137, 2, 284-304, 9 Abb., 1 Tab., Stuttgart.
- KRYSTIN, L., SCHÄFFER, G. & SCHLAGER, W. (1971 b): Der Stratotypus des Nor. – Ann. Inst. Geol. Publ. Hungarici, 54, 2, 607-629, 7 Abb., Budapest.
- KRYSTIN, L. & SCHLAGER, W. (1971): Der Stratotypus des Tuval. – Ann. Inst. Geol. Publ. Hungarici, 54, 2, 591-605, 5 Abb., Budapest.
- KUBANEK, F. (1969): Sedimentologie des alpinen Muschelkalks (Mitteltrias) am Kalkalpensüdrand zwischen Kufstein (Tirol) und Saalfelden (Salzburg). – Diss. TU Berlin, 202 S., 40 Abb., 7 Beil., Berlin (Photodruck).
- KUBANEK, F. & WILLGALLIS, A. (1970): Beobachtungen zur Dolomitdiagenese im Alpinen Muschelkalk. – Verh. geol. Bundesanst., 1970, 4, 644-647, 1 Abb., Wien.
- LAPORTE, L. F. (1969): Recognition of a transgressive carbonate sequence within an epeiric sea. – In: Depositional Environments in Carbonate Rocks, Soc. Econ. Paleont. Min., Spec. Publ., 14 98-119, Tulsa.
- LARSEN, G. & CHILLINGAR, G. V. (1967): Diagenesis in Sediments. – Dev. Sed., 8, 551 S., Amsterdam (Elsevier).
- LEIGHTON, M. W. & PENDEXTER, C. (1962): Carbonate Rocks Types. – Mem. Soc. Econ. Paleont. Min., 1, 33-61, 9 Taf., Tulsa.
- LEISCHNER, W. (1959): Zur Mikrofazies kalkalpiner Gesteine. – Sitzungsber. österr. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl., Abt. I, 168, 839-882, 6 Taf., 17 Abb., Wien.
- (1961): Zur Kenntnis der Mikrofaunen und Flora der Salzburger Kalkalpen. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 112, 1, 1-47, Taf. 1-14, Stuttgart.
- LEONARDI, P. (1960): Studio statistico sedimentologico di alcune faune werfeniane della Valle di Fiemme nel Trentino. – Studi Trentini Sci. Naturali, 37, 1, 17-29, 8 Taf., Trento.
- (1961): Triassic Coralligenous Reefs in the Dolomites. – Ann. Univ. Ferrara,

- N. S., Sez. IX, Sci. geol. min., 3, 8, 127-155, 20 Abb., 4 Taf., Ferrara.
 – (1967): Le Dolomiti. Geologia dei Monti tra Isarco e Piave. – 1, 1-562, Abb. 1-274, 2, 563-1019, Abb. 275-519, Atlasband, Trento (consiglio Nazionale delle Ricerche).
- LEUCHS, K. (1928): Beiträge zur Lithogenese kalkalpiner Sedimente. – N. Jb. Min. Geol. Paläont., Beil.-Bd. 59 B357-408, Stuttgart.
- MAMET, B. (1961): Reflexions sur la classification des calcaires. – Bull. Soc. geol. Paleont. Hydrol., 70, 48-74, 7 Abb., Brüssel.
- MARSCHALCO, R. & PULEX, M. (1967): Sedimentology of the Lunz Beds. – Geol. Sbornik, 18/2, 331-344, Taf. 21-24, 8 Abb., Bratislava.
- MAUCHER, A. & SCHNEIDER, H.-J. (1957): Entstehung von Blei-Zinkerzlagerstätten in Karbonatgesteinen. – Berg- und hüttenmänn. Mh., 102, 225-256, Leoben.
- MICROFACIES ITALIANE (dal carbonifero al miocene medio). – (1959), 35 S., 145 Taf., S. Donato Milanese (Agip Mineraria).
- MILLER, H. (1962): Der Bau des westlichen Wettersteingebirges. – Z. deutsch. geol. Ges., 113, 409-425, Hannover.
 – (1965): Die Mitteltrias der Mieminger Berge mit Vergleichen zum westlichen Wettersteingebirge. – Verh. geol. Bundesanst., 1965, 1/2, 187-212, 7 Abb., Wien.
- MISIK, M. (1966): Microfacies of the Mesozoic and Tertiary Limestones of the West Carpathians. – Slovenska Akad. Vied, 269 + 8 S., 101 Taf., 2 Karten, Bratislava.
 – (1968): Traces of submarine slumping and evidences of hypersaline environment in the Middle Triassic of the West Carpathian Core Mountains. – Geol. Zbornik, Geol. Carpathica, 19, 1, 205-224, 21 Abb., Bratislava.
 – (1970): Facial Interpretation of the Middle Triassic of the West Carpathians Core Mountains. – Acta Geol. Acad. Sci. Hungaricae, 14, 437-444, Taf. 1-4, Budapest.
- MOJSISOVICS, E. v. (1879): Die Dolomitriffe von Südtirol und Venetien. Beitrag zur Bildungsgeschichte der Alpen. – 552 S., Wien (Hölder).
- MONTY, CL. (1963): Bases d'une Nomenclature des Roches Calcaires marines. – Ann. Soc. Géol. Belgique, 86, 1962/63, Mém. 2, B 87-B 122, 1 Taf., 1 Tab., Bruxelles.
 – (1972): Resent Algal Stromatolite Deposits, Andros Island, Bahamas. Preliminary Report. – Geol. Rundschau, 61, 2, 742-783, 32 Abb., 1 Tab., Stuttgart.
- MÜLLER, W. (1969): Beitrag zur Sedimentologie der Grenzbitumenzone vom Monte San Giorgio (Kt. Tessin) mit Rücksicht auf die Beziehung Fossil-Sediment. – Diss. Phil. Naturwiss. Fak. Univ. Basel, Auszug, 8 S., Riehen (Schudel & Co).
- MÜLLER-JUNGBLUTH, W.-U. (1968): Sedimentary Petrologic Investigation of the Upper Triassic „Hauptdolomit“ of the Lechtaler Alps, Tyrol, Austria. – Recent Dev. Carbonate Sed. Central Europe, 228-239, 14 Abb., Berlin – Heidelberg – New York (Springer).
 – (1970): Sedimentologische Untersuchungen des Hauptdolomites der östlichen Lechtaler Alpen. – Festband Geol. Inst. 300-Jahr-Feier Univ. Innsbruck, 225-308, 8 Taf., 31 Abb., Innsbruck.
- MÜLLER-JUNGBLUTH, W.-U. & TOSCHEK, P. H. (1969): Karbonatsedimentologische Arbeitsgrundlagen (Begriffe, Erläuterungen, Hinweise). – Veröff. Univ. Innsbruck,

- 8, Alpenkundl. Studien, IV, 32 S., 3 Taf., Innsbruck.
- OBERHAUSER, R. (1964): Zur Kenntnis der Foraminiferengattungen *Permodiscus*, *Trocholina* und *Triassina* in der alpinen Trias und ihre Einordnung zu den *Archaeidisciden*. – Verh. geol. Bundesanst., 1964, 2, 196-210, 4 Taf., 2 Abb., Wien.
- OHLEN, H. R. (1959): The Steinplatte Reef Complex of the Alpine Triassic (Rhaetian) of Austria. – Diss. Univ. Princetown, 123 S., 20 Taf., Princetown.
- OTT, E. (1967): Segmentierte Kalkschwämme (Sphinctozoa) aus der alpinen Mitteltrias und ihre Bedeutung als Riffbildner im Wettersteinkalk. – Bayer. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl., Abh., N. F., 131, 96 S., 10 Taf., 9 Abb., 5 Tab., München.
- (1972): Die Kalkalgen-Chronologie der alpinen Mitteltrias in Angleichung an die Ammoniten-Chronologie. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 141, 1, 81-115, 2 Abb., 1 Tab., Stuttgart.
- PAPP, A. & TURNOVSKY, K. (1970): Anleitung zur biostratigraphischen Auswertung von Gesteinsschliffen (*Microfacies austriaca*). – Jb. geol. Bundesanst., Sonderband 16, 50 S., 88 Taf., 11 Abb., 3 Tab., Wien.
- PFEIFFER, H. (1961): Sedimentpetrographische Untersuchungen am Hauptdolomit im Bereich der Nordtiroler Kalkalpen. – Diss. Univ. Innsbruck, Innsbruck.
- PILKEY, O. H. & GOODELL, H. G. (1964): Comparison of the Composition of Fossil and Recent Mollusk Shells. – Geol. Soc. Amer. Bull., 75, 217-228, 1 Taf., 3 Abb., New York.
- PIRLET, H. (1965): Classification des Calcaires de la Serie des Areno-Cryptites. – Ann. Soc. Geol. Belgique, 88, 1964/65, Bull., 7-10, B 395 – B 410, 2 Abb., 1 Tab., Brüssel.
- PLUMLEY, W. J., RISLEY, G. A., GRAVES, R. W. & LALEY, M. E. (1962): Energy Index for Limestone Interpretation and Classification. – Mem. Amer. Ass. Petrol. Geol., 1, 85-107, 5 Taf., 5 Abb., Tulsa.
- PICHLER, H. (1963): Geologische Untersuchungen im Gebiet zwischen Roßfeld und Markt Schellenberg im Berchtesgadener Land. – Beih. Geol. Jb., 48, 129-204, Taf. 8-13, Abb. 40-44, Tab. 5-7, Hannover.
- PURTSCHELLER, F. (1962): Sedimentpetrographische Untersuchungen am Hauptdolomit der Brenta-Gruppe. – Tschermarks Min. Petrograph. Mitt., 3, N. F., 8, 2, 167-217, 13 Abb., 4 Diagramme, Wien.
- RICH, M. (1963): Petrographic Analysis of Bird Spring Group (Carboniferous-Permian) near Lee Canyon, Clark County, Nevada. – Bull. Ass. Petrol. Geol., 47, 9, 1657-1681, 5 Taf., 3 Tab., 2 Abb., Tulsa.
- RIECHE, J. (1971): Die Hallstätter Kalke der Berchtesgadener Alpen. – Diss. TU Berlin, 173 S., 49 Abb., Berlin (Photodruck).
- ROSSI, D. (1962): Geologia della parte meridionale del gruppo della Marmolada. – Mem. Mus. Storia Nat. Venezia Tridentina, Jg. 25/26, 1962/63, 14, 1/B, 1-189, 72 Abb., 1 geol. Karte, Profiltaf., Trento.
- (1967): Dolomitizzazione delle formazioni Anisiche e Ladino-Carniche delle Dolomiti. – Mem. Mus. Tridentino Sci. Naturali, Jg. 29/30, 1966/67, 16, 3, 120 S., 19 Taf., Trento.
- SANDER, B. (1921): Über bituminöse Mergel. – Jb. geol. Staatsanst., 71, 3/4, 135-148,

- 4 Abb., Wien.
 – (1936): Beiträge zur Kenntnis der Anlagerungsgefüge (Rhythmische Kalke und Dolomite aus der Trias). – *Tschermaks Min. Petrograph. Mitt.*, **48**, 1/2, 27-139, 141-209, Leipzig.
- SANDER, N. J. (1967): Classification of Carbonate Rocks of Marine Origin. – *Bull. Amer. Ass. Petrol. Geol.*, **51**, 3, 325-336, 3 Tab., Tulsa.
- SARNTHEIN, M. (1965 a): Sedimentologische Profilvereihen aus den Mitteltriadischen Karbonatgesteinen der Kalkalpen nördlich und südlich von Innsbruck. – *Verh. geol. Bundesanst.*, **1965**, 1/2, 119-162, 1 Taf., Wien.
 – (1965 b): Versuch einer Rekonstruktion der mitteltriadischen Paläogeographie um Innsbruck. – *Geol. Rundschau*, **56**, 1, 116-127, 1 Taf., 4 Abb., Stuttgart.
 – (1966): Sedimentologische Profilvereihen aus den mitteltriadischen Karbonatgesteinen der Kalkalpen nördlich und südlich von Innsbruck. I. Fortsetzung. – *Ber. Nat. Med. Ver. Innsbruck*, **54**, 33-59, 5 Abb., Innsbruck.
- SCHÄFER, J. (1965): Sedimentpetrographische Untersuchungen an mittel- und obertriadischen Gesteinen im Raum Cortina d'Ampezzo (Pomagnon und Alpe Faloria). – *Tschermaks min. petrograph. Mitt.*, **9**, 3, 283-314, 8 Abb., Wien.
- SCHENK, P. E. (1967): Facies and Phases of the Altamont Limestone an Megacyclothem (Pennsylvanian), Iowa to Oklahoma. – *Geol. Soc. America, Bull.*, **78**, 1369-1384, 3 Taf., 5 Abb., New York.
- SCHENK, V. (1967): Die Faziesentwicklung der Reichenhaller Schichten und die Tektonik im Süden des Achensees, Tirol. – *Geol. Rundschau*, **56**, 2, 464-473, 2 Abb., Stuttgart.
- SCHLAGER, W. (1966): Fazies und Tektonik am Westrand der Dachsteinmasse. I. Zlambachsichten beim Hinteren Gosausee (Oberösterreich). – *Verh. geol. Bundesanst.*, **1966** 1/2, 93-106, 1 Taf., 2 Abb., Wien.
 – (1967): Hallstätter und Dachsteinkalk-Fazies am Gosaukamm und die Vorstellungen ortsgebundener Hallstätter Zonen in den Ostalpen. – *Verh. geol. Bundesanst. Wien*, **1967**, 50-70, 3 Taf., Wien.
 – (1967 b): Fazies und Tektonik am Westrand der Dachsteinmasse (Österreich). II. Geologische Aufnahme von Unterlage und Rahmen des Obertriasriffes im Gosaukamm. – *Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud.*, **17**, Jg. 1966, 205-282, 3 Taf., 8 Abb., Wien.
 – (1969): Das Zusammenwirken von Sedimentation und Bruchtektonik in den triadischen Hallstätterkalken der Ostalpen. – *Geol. Rundschau*, **59**, 1, 289-308, 8 Abb., Stuttgart.
- SCHNEIDER, H.-J. (1964): Facies Differentiation and Controlling Factors for the Depositional Lead-Zinc Concentration in the Ladinian Geosyncline of the Eastern Alps. – *Dev. Sed.*, **2**, 29-45, 9 Abb., Amsterdam – London – New York (Elsevier).
- SCHROEDER, J. H. (1972): Fabrics and sequences of submarine carbonate cements in Holocene Bermuda cup reefs. – *Geol. Rundschau*, **61**, 2, 708-730, 12 Abb., Stuttgart.
- SCHROLL, E. (1967): Über den Wert geochemischer Analysen bei stratigraphischen und

- lithologischen Untersuchungen von Sedimentgesteinen am Beispiel ausgewählter Profile der ostalpinen Trias. – Geol. Sbornik, 18, 2, 315-330, 9 Abb., Bratislava.
- SCHULER, G. (1968): Lithofazielle, sedimentologische und paläogeographische Untersuchungen in den Raibler Schichten zwischen Inn und Salzach (Nördliche Kalkalpen). – Erlanger Geol. Abh., 71, 60 S., 4 Taf., 18 Abb., Erlangen.
- (1971): Zur Schwer- und Leichtmineralführung des Unteren Keupers in Süddeutschland und der Raibler Schichten in den Ostalpen. Ein Beitrag zur Paläogeographie der tieferen Obertrias beidseits der Vindelizischen Schwelle. – Geol. Bl. NO-Bayern, 21, 2/3, 108-127, 3 Abb., Erlangen.
- SCHULZ, O. (1960): Die Pb-Zn-Vererzung der Raibler Schichten im Bergbau Bleiberg-Kreuth (Grube Max). – Carinthia II, Sonderheft, 22, 93 S., 66 Abb., 3 Beilagen, Klagenfurt.
- (1970): Vergleichende petrographische Untersuchungen an Karnischen Sedimenten der Julischen Alpen, Gailtaler Alpen und des Karwendels. – Verh. geol. Bundesanst., 1970, 2, 165-229, 9 Abb., 1 Taf., Wien.
- SCHWARZACHER, W. (1948): Sedimentpetrographische Untersuchungen kalkalpiner Gesteine. Hallstätterkalke von Hallstatt und Ischl. – Jb. geol. Bundesanst., Jg. 1946, 1/2, 1-48, 15 Abb., Wien.
- (1948): Über die sedimentäre Rhythmik des Dachsteinkalkes von Lofer. – Verh. geol. Bundesanst., Jg. 1948, 175-188, Wien.
- (1954): Die Großrhythmik des Dachsteinkalkes von Lofer. – Verh. geol. Bundesanst., 1954, 44-54, 5 Abb., Wien.
- SIEBER, R. (1937): Neue Untersuchungen über die Stratigraphie und Ökologie der alpinen Triasfaunen. I. Die Fauna der nordalpinen Rhättriffkalke. – N. Jb. Min. Geol. Paläont., Beil.-Bd. 78, B, 123-188, Tag. 2-5, Stuttgart.
- SUMMERSBERGER, H. (1966a): Zum Typusprofil des Gutensteiner Kalkes. Stellungnahme zu E. FLÜGEL und M. KIRCHMAYER 1962. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud., 16, 85-88, 1 Abb., Wien.
- (1966 b): Stellungnahme zu einigen Schichtennamen der nordalpinen Mitteltrias („Diploporen“-Gesteine). – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud., 16, 71-83, Wien.
- SCHÖLL, W. U. & WENDT, J. (1971): Obertriadische und jurassische Spaltenfüllungen im Steinernen Meer (Nördliche Kalkalpen). – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 139, 1, 82-98, 10 Abb., 1 Tab., Stuttgart.
- TEICHERT, C. (1958): Concepts of Facies. – Bull. Amer. Ass. Petrol. Geol., 42, 11, 2718-2744, 1 Abb., Tulsa.
- TODD, T. W. (1966): Petrogenetic classification of carbonate rocks. – J. Sed. Petrol., 36, 2, 317-340, 3 Abb., 10 Tab., Tulsa.
- TOLLMANN, A. (1966): Geologie der Kalkvoralpen im Ötcherland als Beispiel alpiner Deckentektonik. – Mitt. Geol. Ges. Wien, 58, Jg. 1965, 103-207, 4 Taf., Wien.
- TOLLMANN, A. & KRISTAN-TOLLMANN, E. (1970): Geologische und mikropaläontologische Untersuchungen im Westabschnitt der Hallstätter Zone in den Ostalpen. – Geologica et Paleontologica, 4, 87-145, 8 Taf., 20 Abb., Marburg a. d. Lahn.

- TOOMEY, D. F. (1966): Application of Factor Analysis to a Facies Study of the Leavenport Limestone (Pennsylvanian-Virgilian) of Kansas and Environs. — Spec. Publ. Distribution, 27, State Geol. Surv. Kansas, 28 S., 13 Abb., Lawrence.
- TOSCHEK, P. H. (1968): Sedimentological Investigation of the Ladinian „Wettersteinkalk“ of the „Kaiser Gebirge“ (Austria). — Rec. Dev. Carbonate Sed. Central Europe, 219-227, 11 Abb., Berlin — Heidelberg — New York (Springer).
- TRAVIS, R. B. (1970): Nomenclature for Sedimentary Rocks. — Bull. Amer. Ass. Petrol. Geol., 54, 7, 1095-1107, 8 Abb., Tulsa.
- VEGH, E. (1964): Geologie der rhätischen Bildungen des südlichen Bakonygebirges in Ungarn. — Geol. Hungarica, Ser. Geol., 14, 1-110, Taf. 1-7, 28 Abb., 5 Tab., Budapest.
- VIDAL, H. (1953): Neue Ergebnisse zur Stratigraphie und Tektonik des nordwestlichen Wettersteingebirges und seines nördlichen Vorlandes. — Geol. Bavarica, 17, 56-88, München.
- VORTISCH, W. (1926): Oberrhätischer Riffkalk und Lias in den nordöstlichen Alpen. 1. Teil. — Jb. geol. Bundesanst., 76, 1/2, 1-64, 1 Taf., 4 Abb., Wien.
- WÄHNER, F. (1903): Das Sonnwendgebirge im Unterinntal, ein Typus eines alpinen Gebirgsbaues. Band 1. — 356 S., 96 Abb., 1 Karte, 19 Taf., Leipzig — Wien (F. Deuticke).
- WALKER, K. R. & LAPORTE, L. F. (1970): Congruent fossil communities from Ordovician and Devonian carbonates of New York. — J. Paleont., 44, 928-944, Menasha.
- WENDT, J. (1969): Foraminiferen-„Riffe“ im karnischen Hallstätter Kalk des Feuerkogels (Steiermark, Österreich). — Paläont. Z., 43, 3/4, 177-193, Taf., 21-22, 7 Abb., Stuttgart.
— (1970): Stratigraphische Kondensation in triadischen und jurassischen Cephalopodenkalken der Tethys. — N. Jb. Geol. Paläont. Mh., 1970, 7, 433-448, 13 Abb., Stuttgart.
- 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, Taf. 1-4, 38 Abb., Basel.
- WIESENEDER, H. (1968): Genesis und Speichereigenschaften des alpinen Hauptdolomites. — Erdoel-Erdgas-Z., 84, 12, 434-438, 5 Abb., Wien-Hamburg.
- WILSON, J. L. (1969): Microfacies and Sedimentary Structures in „Deeper Water“ Lime Mudstones. — Spec. Publ. Soc. Econ. Paleont. Min., 14, 4-19, 5 Abb., 2 Taf., Tulsa.
- ZANKL, H. (1967): Die Karbonatsedimente der Obertrias in den Nördlichen Kalkalpen. — Geol. Rundschau, 56, 1, 128-139, 1 Abb., Stuttgart.
— (1969): Der Hohe Göll — Aufbau und Lebensbild eines Dachsteinkalk-Riffes in der Obertrias der nördlichen Kalkalpen. — Abh. senck. naturforsch. Ges., 519, 123 S., Frankfurt a. M.
— (1971): Upper Triassic Carbonate Facies in the Northern Limestone Alps. — Guide Book, VIII Internat. Sed. Congr. 1971, Heidelberg, 147-185, 20 Abb., 1 Tab., Frankfurt a. M. (W Kramer).

ZORN, H. (1970): Frühdiagenetische Vorgänge im Salvatore-Dolomit (mitteltrias, Kanton Tessin, Schweiz). — Z. deutsch. Geol. Ges., Jg. 1969, **121**, 163-177, 4 Taf., Hannover.

— (1971): Paläontologische, stratigraphische und sedimentologische Untersuchungen des Salvatoredolomits (Mitteltrias) der Tessiner Kalkalpen. — Schweiz. Paläont. Abh., **91**, 1-89, 17 Taf., 52 Abb., 13 Tab., Basel.

Tafel-Erklärungen

Die auf den Tafeln 1-9 abgebildeten Dünnschliffe sollen einerseits „typische“, in Trias-Kalken häufige Schliffbilder repräsentieren, andererseits sollen die Photographien zusammen mit dem „Glossarium“ (Seite 16) zum besseren Verständnis der mikrofaziellen Termini beitragen.

Bei den Vorlagen zu den Tafeln 1-4 handelt es sich um Positivaufnahmen, bei den Abbildungen auf den Tafeln 5-9 um Negativaufnahmen (Komponenten hell, Grundmasse (Sparit) dunkel).

Tafel 1

Fig. 1. Onkomikrit, Rudstone. — Kalk aus den Lunzer Schichten (Karn): Klein-Zell, Niederösterreich. — Als Komponenten Algen-Onkoide, Muschelschalen (am linken Bildrand) und Echinodeen-Stachel (Mitte links), als Grundmasse Mikrit II bzw. Siltit, Feinstdetritus mit terrigenen Quarzen. Die Kerne der Onkoide werden von (teilweise angebohrten) Brachiopoden-Bioklasten und von Echinodermaten-Fragmenten (z. B. Ophiuren-Wirbel im Onkoid, Bildmitte) gebildet. Die cm-großen mikritischen Onkoide besitzen einen unregelmäßigen Lagen-Bau, vereinzelt sind Algenstrukturen erkennbar (Grivaneln-Röhren im Onkoid Mitte oben. cf. „*Sphaerocodium*“). — Diese Mikrofazies ist in der Karnischen Stufe der Alpenen Trias weit verbreitet (z. B. Sphaerocodien-Kalke der Raibler Schichten, siehe SCHULER 1968). — x 3,5

Fig. 2. Intrabiosparit, Grainstone. — Dachstein-Kalk (Nor/Rät): Hinterer Gosausee, Oberösterreich. — Als Grundmasse ist mittel- bis grobkörniger Sparit, stellenweise Spatit (im Bild rechts unten) zu beobachten. Unter den Komponenten fallen Intra-klaste auf, die überwiegend als Lumps (Bildmitte) entwickelt sind, und Foraminiferen-Algen-Konsortien (Bildmitte, unterer Teil), gefolgt von Dasycladaceen (*Diplopora* cf. *planerospora* PIA), Foraminiferen (*Involutina sinuosa sinuosa* (OBERHAUSER), großer Querschnitt etwa Bildmitte, unterer Teil; *Involutina tenuis* KRISTAN-TOLLMANN u. a.) und Gastropoden-Resten. Die Schalenreste weisen eine schwarze mikritische Umhüllung auf (Mikritsaum), die durch die Tätigkeit von bohrenden Algen oder Pilzen entstanden sein kann. — Diese Mikrofazies ist in den Riffen der Dachsteinkalk-Plattform und in den Oberrät-Riffen häufig im Bereich der riffnahen Riff-Rückseite (back-reef) anzutreffen. — x 7

Tafel 2

Fig. 1. Intrabiosparit, Grainstone. — Gebankte Dachstein-Kalke (Rät): Leanyvar, Gerecse-Gebirge, Ungarn. — Unter den Komponenten fällt im oberen Bildteil ein großes Bahamid-Korn auf (botryoidal lump nach R. C. L. Wilson 1967, N. Jb. Geol. Paläont. Mh.), links unten ein erodierter Intraklast (eroded lump). Die beiden großen mikritischen Komponenten sind als amorphe Lumps zu bezeichnen. In der Bildmitte rechts sehr kleine Einfach-Ooide. Die Biogene bestehen aus Foraminiferen (fast ausschließlich *Triasina hantkeni* MAJZON) und Dasycladaceen (*Heteroporella* sp.) sowie aus Gastropoden- und Muschelschalen mit Mikritsäumen. Die Grundmasse ist als Pseudosparit ausgebildet. — x 10

Fig. 2. Intrasparit nach FOLK, lump limestone nach LEIGHTON & PENDEXTER, Lithiclast lime grainstone nach DUNHAM, Aggregate Calcarenite nach POWERS, Lump-Arenosparit nach MÜLLER-JUNGBLUTH & TOSCHEK. Oberrät-Riffkalk: Steinplatte bei Waidring, Tirol. — Außer sehr wenigen Foraminiferen treten überwiegend typische Bahamide in Erscheinung, Komponenten-Größe im Arenit-Bereich, gute Sortierung. — Diese Mikrofazies ist in Gesteinen von riff-fernen Plattformsedimenten häufig. — x 10

Tafel 3

Fig. 1. Radiolarien-Biomikrit, Wackestone. — Gutensteiner Kalk (Anis): Cholera-Kapelle, Baden, Niederösterreich. Die biogenen Komponenten bestehen fast ausschließlich aus Radiolarien (Spumellarien, teilweise in Chalcedon-Erhaltung, teilweise kalzitisiert, siehe E. FLÜGEL & M. KIRCHMAYER 1963) und aus monactinen und triactinen Spiculae von Kieselpongien. Grundmasse aphanitischer Mikrit. — Diese Mikrofazies ist in alpinen mitteltriadischen Kalken relativ häufig (Gutensteiner Kalke, Reiflinger Kalke, Arlberg-Kalke). — x 15

Fig. 2. Solenoporaceen-Oosparit. — Cassianer Schichten (Cordevol): St. Cassian, Südtiroler Dolomiten. — Längs- und Querschnitte von *Solenopora cassiana* E. FLÜGEL (Holotypus), zusammen mit normal ausgebildeten Ooiden und Mehrfachooiden in sparitischer Grundmasse. Solenoporaceen gehören zu jenen Schliff-Fossilien, die noch genauer untersucht werden müssen, da der Gruppe Bedeutung als Gesteinsbildner und als Fazies-Indikatoren (insbesondere in Riffen) zukommt. — x 12

Tafel 4

Fig. 1. Biomikrit, Wackestone, mit Subsolutionserscheinungen und bioturbater Verwühlung des mikritischen Sedimentes. — Hallstätter Kalk (Nor): Sommeraukogel, Hallstatt, Oberösterreich. — Farbunterschiede markieren die Grenze von temporären Hart- und Weichböden und zeigen zusammen mit krautkopffartigen Limonit-Knollen (rechts im Bild) submarine Sedimentationsunterbrechnungen an (siehe WENDT 1970). Unter den Biogenen fallen Crinoiden-Reste und Echinoideen-Stachel (Mitte, unten) sowie Bruchschill von Ammoniten auf. Im nicht näher typisierbaren biogenen Feinstdetritus treten Foraminiferen (Nodosariiden und Involutinen) auf. — x 10

Fig. 2. „Fazies-Verzahnung“ im Schliff-Bereich. sedimentäre Einlagerung von roten

„Hallstätter Kalken“ (Mikrit mit Querschnitten von Arcestiden, Echinodermaten- und Gastropoden-Resten sowie Globochaeten) in graue pelsparitische Dachstein-Kalke des Vorriff-Bereiches (unter den Komponenten neben strukturlosen Pellets Involutinen). Nor: Südfuß des Hohen Brett, Göll-Massiv, Berchtesgadener Alpen. – x 6

Tafel 5

Fig. 1. MF-Typ 1 / Obertriadische Riffkalke (siehe Seite 37). Framestone. Thecosmilien-Biomikrit mit Gastropoden und mit Pellets. „*Thecosmilia*“ *norica* FRECH in Lebensstellung. – Dachstein-Riffkalk (Nor): Donnerkogel, Gosaukamm, Oberösterreich. – x 4,2

Fig. 2. MF-Typ 2 / Obertriadische Riffkalke. Framestone. Peronidellen-Biomikrit mit Bioklasten und Pellets. *Peronidella* sp. (= „*Peronidella fischeri* E. FLÜGEL“, derzeit nomen nudum). – Oberrät-Riffkalk: Steinplatte bei Waidring, Tirol. – x 3

Tafel 6

Fig. 1. MF-Typ 4 / Obertriadische Riffkalke. Rudstone, Biosparrudit mit allseitig umkrusteten Bioklasten (Korallen) und mit vielen Pellets sowie mit einzelnen Kleingastropoden. Rechts im Bild *Astraeomorpha confusa minor* FRECH. – Oberrät-Riffkalk: Steinplatte bei Waidring, Tirol. – x 2,5

Fig. 2. MF-Typ 2 / Obertriadische Riffkalke. Bindstone. Das aus Inozoen bestehende Riffbildner-Gerüst wird durch inkrustierte Foraminiferen (*Alpinophragmium perforatum* E. FLÜGEL) und durch stromatolithische Algen (im Bild oben rechts) verstärkt. – Dachstein-Riffkalk: Plateau des Toten Gebirges, Oberösterreich. – x 13

Tafel 7

Fig. 1. MF-Typ 5 / Obertriadische Riffkalke. Packstone. Mollusken-Schill-Biomikrit mit Fein- und Grobbiodetritus aus eckigen Bioklasten von Lamellibranchiaten, selten Echinodermaten-Reste und Pellets. Grundmasse siltitischer Mikrit. Die Bioklaste sind kaum transportiert, darauf hin weisen die schlechte Sortierung und der geringe Sphäritäts- und Rundungsgrad. – Dachstein-Riffkalk (Nor/Rät): Oedlhaus, Tennengebirge, Salzburg. – x 8

Fig. 2. MF-Typ 7 / Obertriadische Riffkalke. Mudstone. Mikrit mit mikritischen, nur schwach angerundeten Intraklasten, deren in verschiedene Richtung weisenden Sparit-Hauben verstellte Geopetalgefüge anzeigen. Es dürfte sich um gering transportierte Pseudointraklaste handeln, die im Zusammenhang mit der Tätigkeit von Endobionten entstanden sind. – Oberrät-Riffkalk: Rötelwand, Mörtelbachtal bei Hallein, Salzburg. – x 5

Tafel 8

Fig. 1. MF-Typ 10 / Obertriadische Riffkalke. Grainstone. Pelbiosparit mit großen Onkoiden und Intraklasten sowie mit dünnchaligen Mollusken-Resten, in deren Strömungsschatten Pellets angehäuft wurden. – Dachsteinkalk (Nor/Rät): Hoher Dachstein, Steiermark. – x 3

Fig. 2. MF-Typ 9 / Obertriadische Riffkalke. Bafflestone. Onkosparit mit cm-großen, gut gerundeten Algen-Foraminiferen-Onkoiden, Intraklasten und Foraminiferen (Involutinen). Die mikritische Grundmasse liegt im Siltbereich und setzt sich aus klastischen Mikritkomponenten und aus mikritischen Pellets zusammen. Als Kerne der Onkoide dienen Korallen. – Dachstein-Kalk, Lofer-Fazies, Glied C (Nor/Rät): Kehlsteinstraße, Berchtesgaden. – x 2,2

Fig. 3. MF-Typ 11 / Obertriadische Riffkalke. Grainstone. Intrasparit mit wenigen Dasycladaceen (oben rechts, *Diplopora* cf. *tubispora* OTT) und mit Foraminiferen (*Glomospirella friedli* KRISTAN-TOLLMANN, *Agathamminoides austriaca* (KRISTAN), *Involutina tenuis* (KRISTAN-TOLLMANN) u. a.). – Dachstein-Riffkalk, riffnahe Riffrückseite (Nor): Großer Donnerkogel, Westflanke, Gosaukamm, Oberösterreich. – x 2,8

Tafel 9

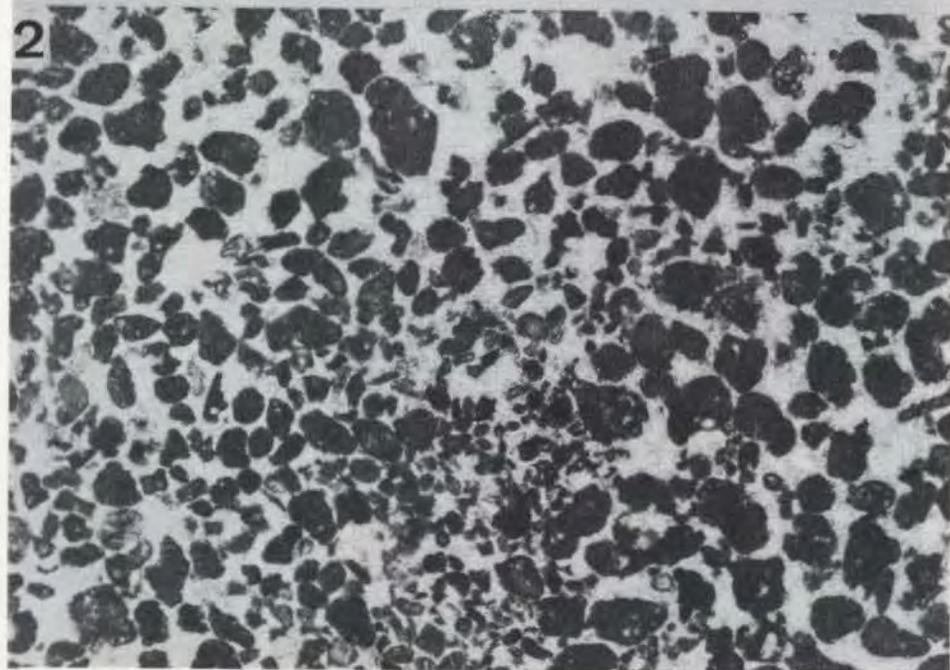
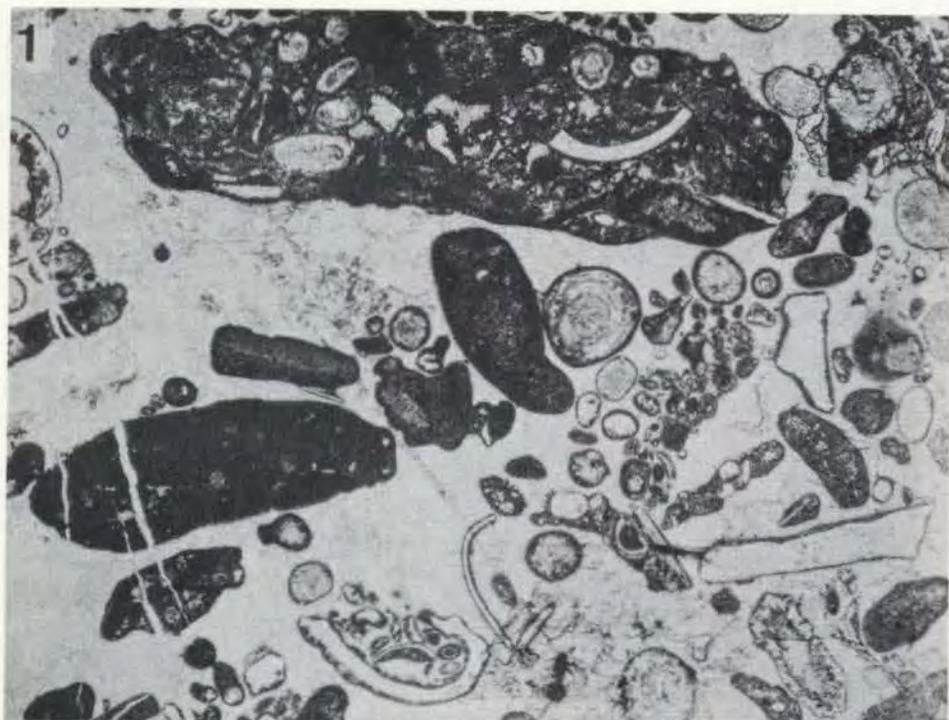
Mikrofazies-Grenzen. Im unteren Bildabschnitt MF-Typ 10 (Pelsparit mit Intraklasten und Foraminiferen, Komponenten \pm gleich große), im oberen Bildabschnitt MF-Typ 4 (Biosparrudit mit umkrusteten größeren Biogenen, darunter Bryozoen, und auffallenden Lösungshohlräumen). Der Pfeil zeigt zum Probenhangenden. – Oberrät-Riffkalk: Steinplatte bei Waidring, Tirol. – x \square .

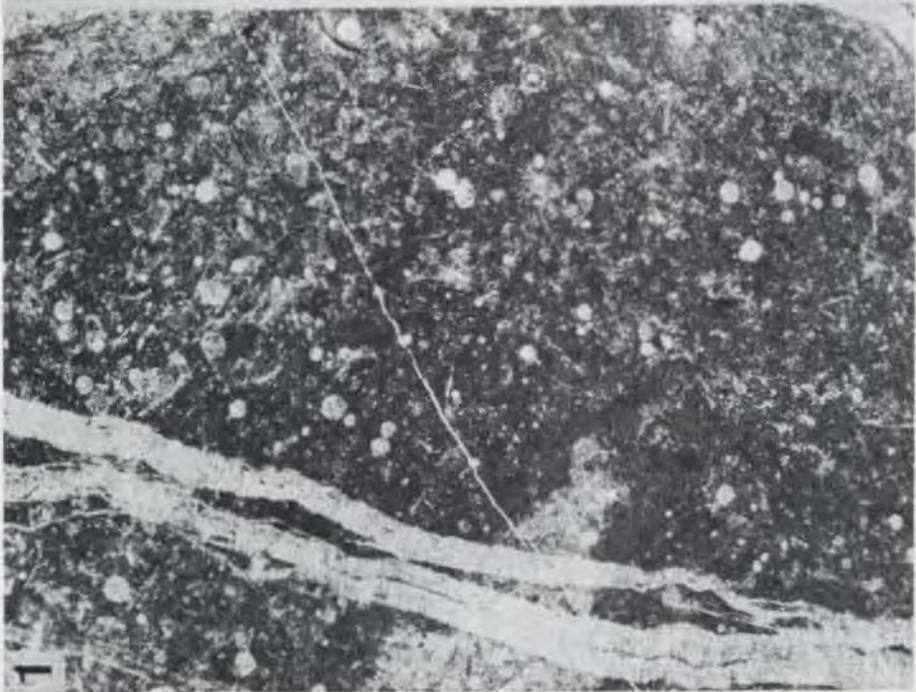
Erklärung zu Beilage 1

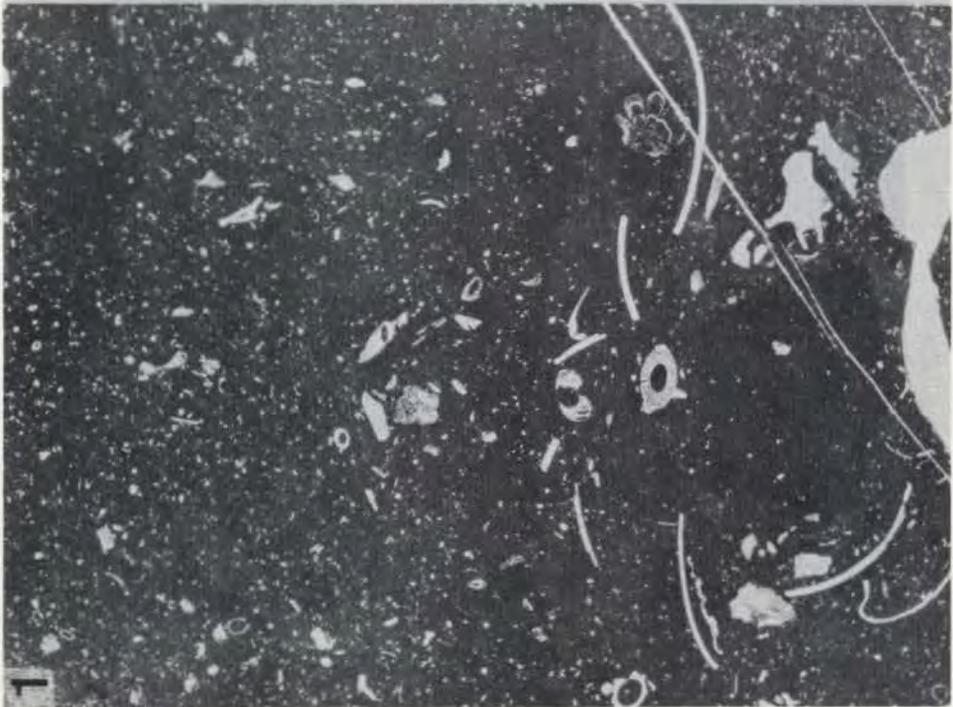
Mikrofazielle Arbeitsschema. Die Effektivität des Arbeitsblattes wird durch die Untersuchung von Groß-Schliffen und Anschliffen und durch die gemeinsame Eintragung von mehreren Proben in ein Arbeitsblatt (Angabe der Proben-Nummer) erhöht.



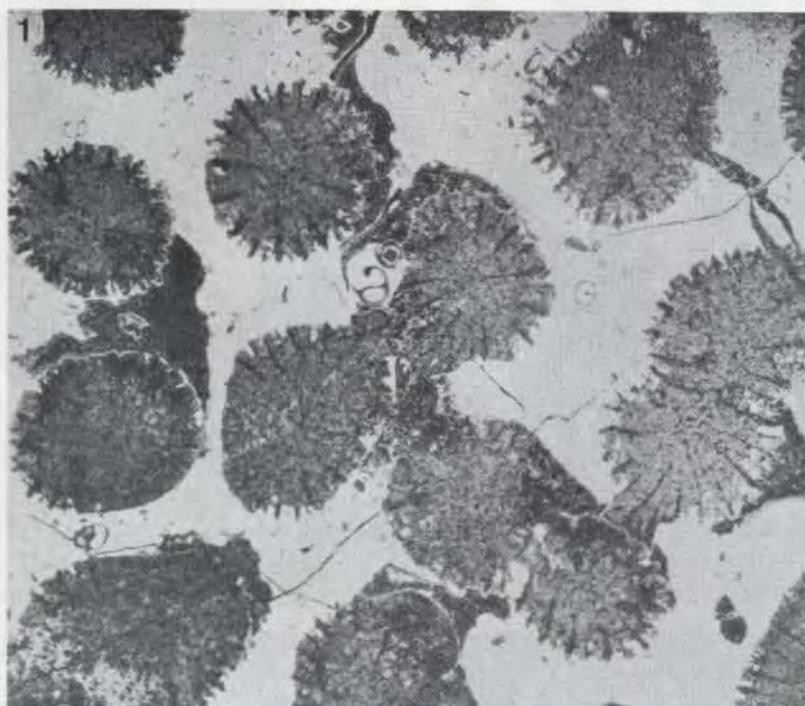
Tafel II



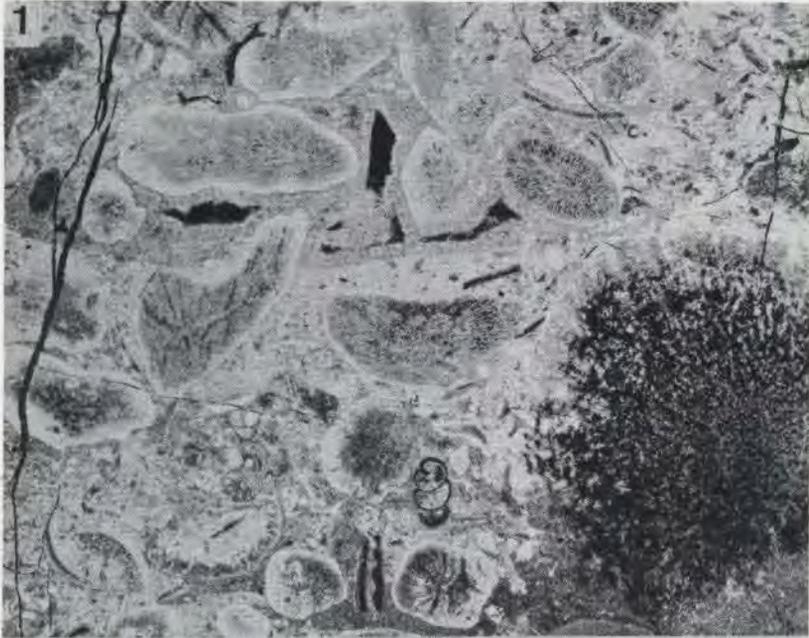


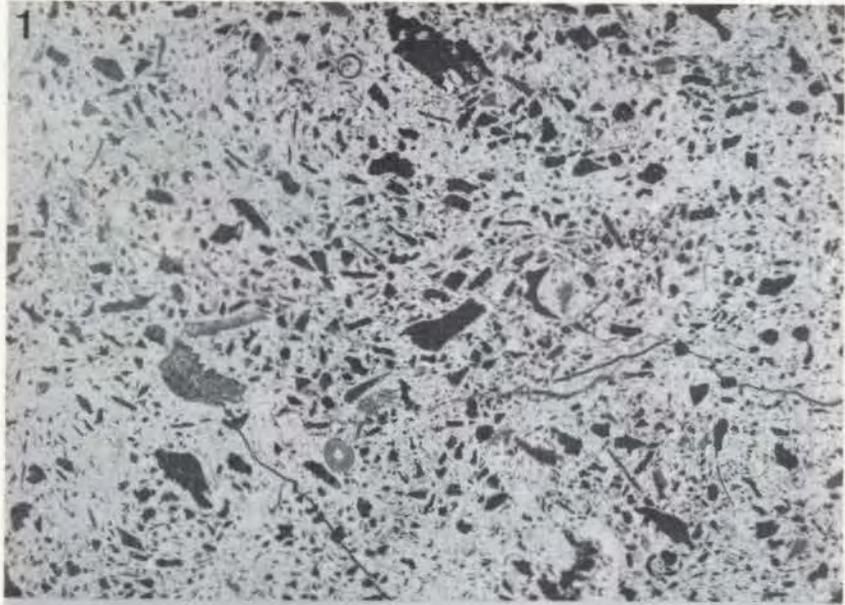


Tafel V

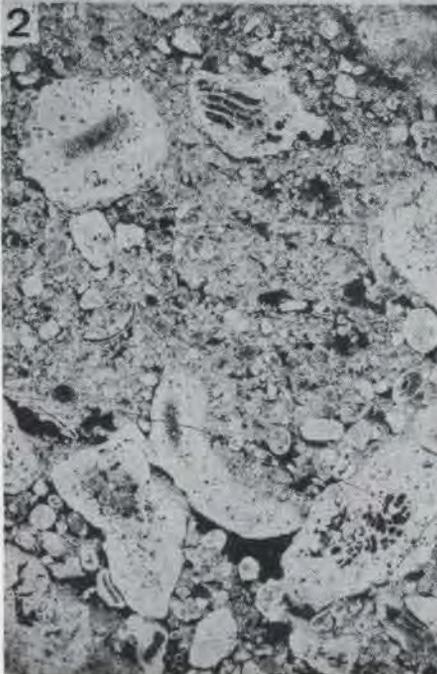
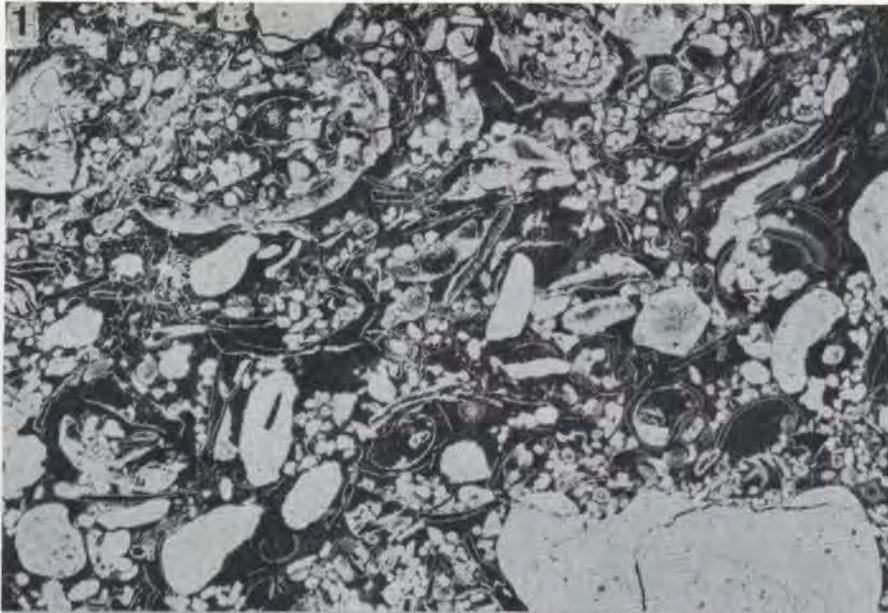


Tafel VI





Tafel VIII



Tafel IX

