

Jb. Geol. B. A.	Bd. 106	S. 205—228	Wien, Mai 1963
-----------------	---------	------------	----------------

Zur Mikrofazies der alpinen Trias

Von Erik FLÜGEL *)

Mit 3 Tafeln (Nr. 1—3) und 2 Textabbildungen

Inhalt

	Seite
Zusammenfassung	205
Summary	205
I. Einleitung	206
II. Begriffe und Methoden.....	207
III. Mikrofazies-Typen einiger triadischer Kalke und Dolomite aus den Alpen ..	210
IV. Mikrofazies-Typen als sedimentologische Daten	220
V. Mikrofazies-Typen als Zeitmarken.....	221
VI. Ausblick	222
VII. Terminologie	223
VIII. Literatur	224

Zusammenfassung

Im Anschluß an eine kurze Erläuterung der mikrofaziellen Untersuchungsmethodik wird ein Überblick über den gegenwärtigen Stand der Dünnschliff-Analyse triadischer Karbonatgesteine aus den Alpen gegeben.

Summary

An explanation of research methods as applied in microfacies studies is submitted rounded out by a summary of the present state of the analysis by slides of Triassic limestones from the eastern Alps.

*) Anschrift des Verfassers: Dozent Dr. Erik FLÜGEL, Institut für Geologie und Technische Gesteinskunde, Technische Hochschule Darmstadt, Alexanderstraße 35, Bundesrepublik Deutschland.

I. Einleitung

Die Ausweitung der Erdölprospektion auf die Nördlichen Kalkalpen macht Untersuchungen über die Gliederungsmöglichkeit und die Sedimentologie der triadischen Karbonatkomplexe notwendig. Von unmittelbar praktischem Interesse sind Methoden, die eine Korrelation von Bohrungen bzw. eine stratigraphisch-fazielle Interpretation fossilarmer Sedimentproben gestatten (vgl. F. BRIX 1960).

Der in jungmesozoischen und känozoischen Sedimenten zum Teil sehr erfolgreiche Einsatz von Nannofossilien (STRADNER & PAPP 1961) ist bei triadischen Sedimenten — bedingt durch das Fehlen des Nannoplanktons (DEFLANDRE 1959) — nicht möglich. Auch andere Mikrofossilien, wie Foraminiferen und Ostrakoden, können zur Datierung von — an Makrofossilien oft sehr armen — triadischen Kalken und Dolomiten nur vereinzelt herangezogen werden, da die Bestimmung dieser Gruppen in Dünnschliffen mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden ist und die paläontologischen Untersuchungen hier erst am Anfang stehen (vgl. LEISCHNER 1961; KRISTAN-TOLLMANN 1962).

Der Wert der Conodonten als Zeitmarken scheint in der alpinen Trias im Vergleich mit dem Paläozoikum geringer zu sein (vgl. TOLLMANN 1960, S. 73; ZANKL 1962, S. 453), jedoch müssen auch hier weitere Arbeiten abgewartet werden. Testproben von Gutensteiner Kalken, Mürztaler Kalken und Dachsteinkalken zeigen, daß die Feststellung von HUCKRIEDE (1958, S. 145) zu Recht besteht, wonach die Conodonten die Flachmeer-Fazies der alpinen Mittel- und Obertrias zu meiden scheinen.

In den letzten fünfzehn Jahren hat sich bei der Untersuchung von erdölführenden Karbonatserien des nordamerikanischen Paläozoikums und des Jungmesozoikums des Nahen Ostens eine Methode bewährt, die mit dem Namen Mikrofazies verbunden ist. Eine selbständige Schriftenreihe (International Sedimentary Petrographical Series) und das Erscheinen von Bildbänden mit charakteristischen Dünnschliffphotographien (z. B. MICROFACIES ITALIANE 1959; RADOIČIĆ 1960) beweisen das wachsende Interesse an dieser vorwiegend auf der Untersuchung von paläontologischen und petrographischen Dünnschliffen von Sedimentgesteinen aufgebauten Arbeitsrichtung. Die wichtige Arbeit „Stratigraphic correlations by microfacies in Western Aquitaine“ von CUVILLIER & SACAL hat 1961 bereits die dritte Auflage erreicht.

Französische und amerikanische Erdölfirmer verwenden seit Jahren „photo-logs“ zur Korrelation von Bohrungen (REY & NOUET 1958).

Der Schwerpunkt derartiger Arbeiten lag bisher auf der Untersuchung von jungmesozoischen und paläozoischen Sedimenten. Hierbei war die Untersuchungsmethodik und der Grad der Durcharbeitung sehr verschieden. Dies ist zum Teil dadurch bedingt, daß als Mikrofazies in generalisierender Weise das Dünnschliff-„Bild“ bezeichnet wurde, ohne daß die dieses Bild zusammensetzenden Komponenten qualitativ und quantitativ erfaßt wurden. Erst nach einer mikrofaziellen Analyse (E. FLÜGEL 1963a) ist es möglich, jene paläontologischen und petrographischen Merkmale zu erkennen, welche die Unterscheidung von regional beständigen Mikrofazies-Typen gestatten.

Die mikrofazielle Untersuchung darf sich nicht mit dem Vergleich von Dünnschliff-Photographien begnügen!

In der alpinen Trias hat erstmals C. W. GÜMBEL (1873) auf die Notwendigkeit von mikroskopischen Untersuchungen bei der Unterscheidung von lithologisch ähnlichen Kalken hingewiesen. ESCHER-HESS (1903) hat einige triadische Kalke in Dünnschliffen untersucht.

Leider blieben diese Anregungen durch Jahrzehnte hindurch ohne Widerhall. Erst die Untersuchungen der obertriadischen Riffbildungen (WÄHNER 1903; VORTISCH 1926 u. a.) und die viel zuwenig beachteten Arbeiten von Kurt LEUCHS brachten die ersten Kenntnisse auf diesem Gebiet. Die grundlegende Arbeit von B. SANDER (1936) über die Anlagerungsgefüge in Kalken und Dolomiten findet erst jetzt im alpinen Raum das Interesse (KOCH 1959; HÜCKEL & JACOBSHAGEN 1962; PURTSCHELLER 1962), das der englischsprachigen Übersetzung (Amer. Ass. Petrol. Geol., 1951) in hohem Maß entgegengebracht wird (vgl. FOLK 1959).

In den letzten Jahren haben die im wesentlichen von München und Marburg a. d. Lahn aus durchgeführten Untersuchungen in den deutschen und westösterreichischen Alpen wertvolle Fortschritte gebracht. Der von H. HAGN (1955) zusammengestellte Bildband „Fazies und Mikrofauna der Gesteine der Bayrischen Alpen“ veranlaßte W. LEISCHNER seine an der Universität Wien verfaßte Dissertation zu einem wesentlichen Teil der „Mikrofazies kalkalpiner Gesteine“ zu widmen (LEISCHNER 1959).

Die Koppelung von mikrofaziellen und paläontologischen mit geochemischen Untersuchungsmethoden (E. FLÜGEL & E. FLÜGEL-KÄHLER 1963) hat sich bei Faziesstudien in der alpinen Trias als sehr vorteilhaft erwiesen. Die sedimentologische Auswertung der zahlreichen derart gewonnenen Daten kann durch statistische Analysen in elektronischen Rechenmaschinen in der Aussagekraft präzisiert werden, wie die Untersuchungen von bitumenführenden Lagen im norischen Hauptdolomit von Tirol durch R. BITTERLI (1962) zeigen.

Die nachfolgenden Ausführungen sollen einen Überblick über den gegenwärtigen Stand der mikrofaziellen Arbeiten in der kalkalpinen Trias geben.

II. Begriffe und Methoden

Da die Methoden der mikrofaziellen Analyse in ausführlicher Form an anderer Stelle besprochen werden (E. FLÜGEL 1963a), sollen hier nur jene Begriffe erläutert werden, die in dieser Arbeit Verwendung finden.

Der Begriff Mikrofazies wurde von J. S. BROWN (1943) für das unter dem Mikroskop sichtbare Dünnschliffbild vorgeschlagen. CUVILLIER (1952, 1958, 1961) verwendet den Ausdruck zur Kennzeichnung der in Dünnschliffen von Sedimentgesteinen feststellbaren paläontologischen und petrographischen Merkmale. In der Definition des Verfassers umfaßt Mikrofazies die Gesamtheit der in Dünnschliffen von Sedimentgesteinen typisierbaren paläontologischen und petrographischen Daten (E. FLÜGEL 1963a).

Mikrofazies ist demnach eng mit der Untersuchung der Sedimentgesteine durch Dünnschliffe verbunden:

Diese Dünnschliffuntersuchung darf sich jedoch nicht auf die Untersuchung einiger wahllos angefertigter Schliffe von unkritisch ausgewählten Proben beschränken. Es ist unbedingt notwendig, daß die für mikrofazielle Analysen bestimmten Gesteinsproben (im allgemeinen genügen Stücke von etwa $10 \times 8 \times 3$ cm Größe) im Gelände orientiert (Oben und Unten, Streichen und Fallen) und nach Möglichkeit in Profilen entnommen werden.

Für die Zahl der erforderlichen Proben kann kein Durchschnittswert angegeben werden. Bei einer erwünschten sedimentologischen Interpretation der Mikrofazies-Typen wird eine engere Probennahme notwendig sein als bei der Auswertung des Dünnschliffbildes zur Unterscheidung von lithologisch ähnlichen, aber verschieden alten Kalken. Angaben über die Anzahl der bei mikrofaziellen Untersuchungen bearbeiteten Proben finden sich u. a. bei CAROZZI (1958) und E. FLÜGEL (1963a).

Die für mikrofazielle Untersuchungen verwendeten Schliffe sind im allgemeinen dicker (etwa 0.08 mm, im Durchlicht gleichförmig grau gefärbt) als die üblichen petrographischen Schliffe, bei denen Fossilreste oft nicht mehr erkennbar sind. Die Größe und Zahl der Mikrofazies-Schliffe richtet sich nach der Problemstellung. Im allgemeinen genügen vorerst ungedeckte Schliffe der Normalgröße (5×2.5 cm); größere Schliffe (5×5 cm und mehr) sind bei einer statistischen Auswertung der Merkmale von Vorteil. Die Zahl der Schliffe ist meist geringer, als allgemein angenommen wird. So ließen sich z. B. die anisichen Gutensteiner Kalke der Typlokalität durch etwa 100 Schliffe typisieren; für die mikrofazielle Gliederung eines kleinen obertriadischen Riffes in der Steiermark waren etwa 200 Dünnschliffe notwendig. Stehen die Mikrofazies-Typen einer bestimmten Zeit-Gestein-Einheit bereits fest, so genügen in vielen Fällen 10–20 repräsentative Schliffe zur Einordnung von zu typisierenden Proben.

Die Untersuchung der Dünnschliffe erfolgt im Durchlicht unter dem Binokular (Vergrößerungen 10–100 $\times$) und unter dem Polarisationsmikroskop. Da man für die polarisationsmikroskopische Untersuchung die Schliffe im allgemeinen dünner machen muß, empfiehlt es sich, die Reihenfolge paläontologische Bestimmung — petrographische Typisierung einzuhalten.

Färbe-, Ätz- und Lackfilm-Methoden sind auch bei der Dünnschliffuntersuchung in manchen Fällen von erheblichem Nutzen (vgl. WARNE 1962, Kalk/Dolomit-Bestimmung; LEES 1958; BUEHLER 1948 u. a.). Nähere Angaben finden sich bei E. FLÜGEL (1963 a).

Voraussetzung für die Typisierung der Dünnschliffbilder ist eine, in Schliffen anwendbare Karbonatklassifikation. Für die bisherigen mikrofaziellen Arbeiten des Verfassers diente das von FOLK (1959) vorgeschlagene Einteilungsschema als Grundlage. Trotzdem auch diese Klassifikation gewisse Nachteile besitzt — die unter anderem in dem Gebrauch von neuen und nicht immer schönen Namen liegen — erscheint die von FOLK gegebene und von WOLF (1961) leicht abgewandelte Klassifikation bei der Untersuchung von alpinen Trias-Kalken gut anwendbar. Die in dieser Klassifikation verwendeten Termini sind in einem Glossarium erklärt (E. FLÜGEL 1963 a) (siehe S. 223).

Das Grundprinzip des FOLKschen Schemas liegt in der Unterscheidung zwischen der Grundmasse (Matrix bzw. Zement) und den Komponenten (Allochemen).

Die Grundmasse läßt sich im allgemeinen durch die üblichen petrographischen Methoden nach Korngröße, Textur und Grad der Umkristallisation typisieren.

Bei den Komponenten treten vielfach schon bei der Klassifikation Schwierigkeiten auf. Für viele der in Kalkschliffen sichtbaren anorganischen und zum Teil auch für die organogenen Strukturen fehlt eine einheitliche Definition. In krasser Weise zeigt dies z. B. die unterschiedliche Verwendung der Begriffe Pseudooide und Onkoide in der Literatur (vgl. etwa die Dünnschliffabbildungen von „pseudoolithischen Kalken“ bei HAGN 1955 und im Sammelwerk MICROFACIES ITALIANE 1959 oder die Verwendung von „onkoidisch“ bei LEISCHNER 1959). Beide Begriffe lassen sich definieren und geben dann gute mikrofazielle Merkmale ab (FLÜGEL & KIRCHMAYER 1962).

Generell lassen sich unter den Komponenten der Kalke folgende Merkmalsgruppen unterscheiden:

Biogene (Fossilreste und organogene Sedimentkörner), Interklaste (syndementär aufgearbeitete, intraformationelle Sedimentpartikel), Pseudooide (gerundete, strukturlose Gefügekörner), Onkoide (verschieden geformte Gefügekörner mit einem Kern und einer aus unregelmäßig aufeinanderfolgenden Lagen [Algenbildungen?] aufgebauten Schale), Ooide (meist kugelförmige Gefügekörner mit einem Kern und einer aus konzentrischen Lagen gebildeten Schale), authigene Minerale (Mineralneubildungen im Sediment) und terrigene Minerale und Gesteinsbruchstücke (in das Sediment eingeschwemmt).

Die Beschreibung und nähere Bestimmung dieser Komponenten muß in gleicher Weise qualitative und quantitative Daten berücksichtigen:

Die Biogene als wesentliche mikrofazielle Merkmale müssen zunächst der paläontologischen Bestimmung zugeführt werden. Diese darf sich aber nicht mit der Determination der oft nicht sehr zahlreichen Fossilreste begnügen, die spezifisch oder generisch sicher bestimmbar sind; sie muß auch jene organogenen Komponenten erfassen, die nur gruppenmäßig (Mollusken-Schalen, Echinodermen-Platten usw.) oder nur als organogene Reste von unklarer Zugehörigkeit (z. B. Filamente, Sphären) bestimmt werden können.

In Anschluß an diese Bestimmungen ist es notwendig, Größe, Verteilung, Rundung, Sphärizität und Häufigkeit der Biogene — insbesondere der nur gruppenmäßig erfaßbaren Reste, wie z. B. Mollusken-Detritus — zu bestimmen. Die Methoden dieser Bestimmung sind bei E. FLÜGEL (1963) erläutert. Sie fußen zu einem wesentlichen Teil auf den Arbeiten von SANDER (1936, 1951) und CAROZZI (1958, 1960).

In gleicher Weise können an den übrigen Komponenten quantitative Daten gewonnen werden; weitere Ergänzungen sind durch Angaben über Resedimentation (vgl. z. B. WEYNSCHENK 1949; E. FLÜGEL 1962) und über post- bis paradiagenetische Bildungen (z. B. Mikrostylolithen, vgl. W. W. M. BROWN 1959) möglich. In manchen Fällen wird es notwendig sein, auch die in Schliffen und im Handstück- bis Aufschluß-Bereich auftretenden, meist mit Calcit erfüllten Fugen („Calcitadern“) näher zu beschreiben, wobei man auf die kleintektonischen Untersuchungsmethoden (z. B. ENGELS 1959) zurückgreifen kann.

Erst diese Kombination von quantitativen und qualitativen Merkmalen ermöglicht die Erkennung jener Merkmale, welche für die Aufstellung von Mikrofazies-Typen von Wert sind:

Als Mikrofazies-Typus wird die innerhalb derselben Lithotope (WELLS 1947) und Sedimentationsräume gleichbleibende, die normale Variationsbreite nicht überschreitende Mikrofazies einer Zeit-Gestein-Einheit bezeichnet.

Es hat sich gezeigt, daß die Zahl der Mikrofazies-Typen pro Zeit-Gestein-Einheit im allgemeinen nicht größer als 10 und in vielen Fällen geringer (etwa 5) ist. Die Ursache für diese verhältnismäßig geringe litho- und biofazielle Variationsbreite der bisher untersuchten Kalke mag darin liegen, daß die Diktatoren (SANDER 1936) der Sedimentgefüge im wesentlichen — insbesondere innerhalb von Flachmeerbildungen — konstant sind (Oszillationen, Cyclotheme usw., vgl. FAIRBRIDGE 1954).

Die Darstellung der Ergebnisse der mikrofaziellen Analyse erfolgt in der üblichen Weise durch Wiedergabe von kennzeichnenden Dünnschliffbildern (Photo-log — REY 1954). Es ist jedoch unbedingt zu empfehlen, den Abbildungen auch eine Definition der Mikrofazies-Typen mit Angaben über die „Typlokalität“ der Mikrofazies beizugeben. Nur dann ist eine Reproduktion der Ergebnisse gewährleistet. Nach Möglichkeit soll die Definition der Mikrofazies-Typen von graphischen Darstellungen, insbesondere der quantitativen Daten, begleitet sein. Hierbei wird man auf die in der Sedimentpetrographie üblichen Methoden zurückgreifen (TWHOFEL & TYLER 1941; KRUMBEIN & SLOSS 1955; PETTJOHN 1957). Für die graphische Darstellung der Mikrofazies-Typen im Gesamtrahmen der Profilaufnahme empfiehlt sich die Verwendung von einheitlichen Symbolen (vgl. E. FLÜGEL 1963a; M. MIŠIK 1957) bzw. die Kombination dieser Symbole mit der von BOUMA (1962) entwickelten Darstellungsmethode fazieller Daten.

Von wesentlicher Bedeutung für das Gelingen der mikrofaziellen Analyse ist die Trennung von deskriptiven und genetischen Merkmalen. Die sedimentologische und stratigraphische Interpretation der Mikrofazies-Typen sollte nach der vorhergehenden Beschreibung einem zweiten Arbeitsgang vorbehalten bleiben, da hier — bedingt durch das verhältnismäßig geringe Alter der Karbonatpetrographie — spekulative Überlegungen mitspielen.

Die mit der Interpretation von Mikrofazies-Typen verbundenen Probleme werden in den Abschnitten IV und V behandelt.

III. Mikrofazies-Typen einiger triadischer Kalke und Dolomite aus den Alpen

Nachfolgend sollen jene Mikrofazies-Typen skizziert werden, die bereits näher untersucht sind. Angaben über die stratigraphische Stellung der Schichtglieder finden sich bei O. KÜHN (1962).

1. Gutensteiner Kalke und Dolomite (Anis)

Die Mikrofazies dieser in den nördlichen Kalkalpen weitverbreiteten Zeit-Gestein-Einheit wurde in einem Profil der Typlokalität in Gutenstein

a. d. Piesting (Niederösterreich, vgl. Abb. 1) untersucht (E. FLÜGEL & M. KIRCHMAYER 1963). Es konnten 4 Mikrofazies-Typen und 2 Untertypen unterschieden werden (im folgenden als Gu 1 bis Gu 4 bezeichnet):

Gu 1: Dunkelgraue bis schwarze, gebankte Calcilutite mit häufigen zu ss schräg oder senkrecht verlaufenden Calciditadern.

Gu 1 A: Feinkörniger Mikrit mit zahlreichen Sphären (z. T. Radiolarien), einigen Ostrakoden und seltenen Pseudooiden und Interklasten. Verhältnis Grundmasse: Komponenten etwa 95:5%. Calciditadern von durchschnittlich 0-15 mm Dicke und mit einem Winkel Kluft/Schichtfläche von 50 bis 80° fast immer vorhanden. Typlokalität: Durchbruch der Längapiesting durch den Kalkzug von Gutenstein.

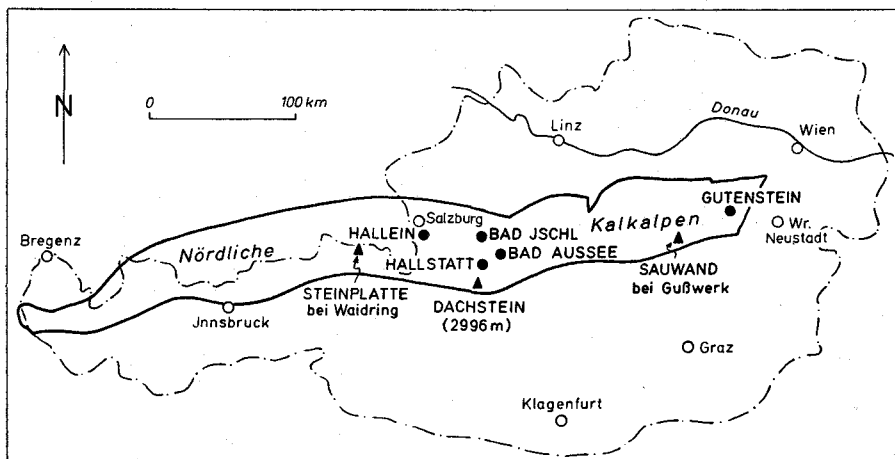


Abb. 1: Lageskizze zu den in der Arbeit genannten Lokalitäten.

Gu 1 B: Feinkörniger Mikrit mit Sphären, Ostrakoden und mit zahlreichen (verkiezelten) Ooiden. Die 10–30 mm großen Ooide besitzen in einigen Fällen einen Chalcedon-Kern; die Schale besteht aus einer äußeren Chalcedon-Hülle und aus einer inneren Calcit-Hülle. Die Ooide treten oft massenweise auf und bedecken dann die Oberflächen der Schichten. Typlokalität: Westlicher Teil des Steinbruches hinter dem Gasthaus „Zur Paßbrücke“ in Gutenstein.

Gu 2: Graue, nur stellenweise gebankte Calcarenite und Calcilutite, im allgemeinen ohne Calciditadern.

Gu 2 A: Sparit mit zahlreichen, unterschiedlich sortierten Komponenten, meist Biogene (darunter viele Algenreste). Fein-Biodetritus. Calciditadern fehlen im allgemeinen. Typlokalität: Wiese am Längapiesting-Bach.

Gu 2 B: Sparit mit zum Teil gut sortierten biogenen Komponenten und mit Interklasten. Fein- bis Grob-Biodetritus, stellenweise mit größeren Biogenen (Dasycladaceen, Crinoiden, Korallen). Meist keine Calciditadern. Typlokalität: NE Paßbrücke bei Gutenstein.

Gu 3: Dasycladaceen-Dolosparit. Eng aneinandergelagerte, meist stark umkristallisierte Reste von Physoporellen und Diploporen. Typlokalität: Parkplatz am Mariahilfberg bei Gutenstein.

Gu 4: Dismikrit mit unregelmäßig geformten, $\pm$ nach ss gestreckten Arealen von Sparit. In der mikritischen Grundmasse relativ viele Foraminiferen (Ammodiscidae), Dasycladaceen und Crinoiden-Reste. Typlokalität: Steinbruch hinter dem Forstgarten bei Gutenstein.

Die Gutensteiner Kalke des Typusprofils lassen neben den in ihrer Verbreitung nur wenig hervortretenden Typen 3 und 4 als Grundtypen die Mikrofazies-Typen 1 und 2, einen Mikrit mit Sphären und kleinen Biogenen bzw. mit Ooiden und einen biodetritischen Sparit, erkennen. Diese beiden Mikrofazies-Typen deuten auf zwei sehr verschiedene Ablagerungsmedien (environments) hin (vgl. S. 220).

2. Mürztaler Kalke und Dolomite (Karn)

An der Typlokalität der Mürztaler Schichten (S-Fuß der Sauwand bei Gußwerk, Steiermark; vgl. O. KÜHN 1962, S. 302) lassen sich in mehreren Parallelprofilen 7 Mikrofazies-Typen unterscheiden (E. FLÜGEL 1963 b):

Mü 1: Fossilfreier, verschiedenkörniger Dolosparit. Typlokalität: Hangfuß E Lindenhof N Bundesstraße Gußwerk—Wegscheid.

Mü 2: Biomikrit mit seltenen, schlecht sortierten Echinodermen-Resten, Kleinforaminiferen und Ostrakoden. Typlokalität: Steinbruch Waldau-mühle an der Bundesstraße Gußwerk—Wegscheid.

In den Kalken vom Mikrofazies-Typus 2 finden sich an verschiedenen Stellen in ss eingeschaltete Kalkschiefer, die eine etwas abweichende Mikrofazies (Mikrofazies-Typus 2 A) zeigen. In den Schliffen ist ein fein- bis feinstkörniger Mikrit zu erkennen, in dem regellos angeordnete Quarzaggregate und vereinzelt auch Biogene von unklarer gruppenmäßiger Zugehörigkeit (ovale und kreisrunde Querschnitte mit zum Teil polarer Öffnung, $\varnothing$ der Schnitte 0.10—0.30 mm) auftreten. Typlokalität: W-Flanke des Stockerbauerkogels.

Mü 3: s-polar geschichteter, fossilfreier Dolomit mit deutlicher Gradierung und parallel s eingeschalteten Hornsteinen. Im Schliff: fein- bis mittelkörniger Dolomit mit rhythmisch verteilten, helleren cm-Lagen, in welchen größere Körner an der Basis und kleinere Körner darüber eine deutliche, sich mehrmals wiederholende Gradierung anzeigen. Typlokalität: Unterer Abschnitt des Grabens W des Herterbauerkogels, Kote 800 bis 920 m.

Mü 4: Biomikrit mit zahlreichen Sphären. Im Schliff: Mikrit mit zahlreichen, gut sortierten, dicht gelagerten, kreisrunden und ovalen Querschnitten, $\varnothing$ 0.03—0.05 mm, wahrscheinlich Radiolarien. Typlokalität: Oberer Abschnitt des Grabens W Herterbauerkogel bei Kote 1080 m.

Mü 5: Fossilfreier Mikrit mit Resedimenten. In einem feinstkörnigen Mikrit finden sich gleich orientierte, durch Färbung und Korngröße von der Grundmasse unterschiedene Areale, die mit den von SCHWARZACHER (1946) aus Hallstätter Kalken beschriebenen „Schlickgeröllen“ Ähnlichkeit haben. Typlokalität: Jagdsteig W Herterbauersattel.

Mü 6: Biomikrit und Biosparit mit häufigem Echinodermen-Detritus, Quarzen und authigenen Pyriten. Typlokalität: Weg Almhütte—Stockerbaueralm—Eibelbauer. Die Kalke vom Mikrofazies Typus 6 bilden einen gut verfolgbaren Horizont, sie überlagern Mürztaler Schichten vom Mikrofazies-Typus 2.

Mü 7: Oosparit, Oodolosparit bis Dolosparit. Zahlreiche typische Ooide in einer sparitischen Grundmasse bzw. wenige bis keine Ooide zusammen mit Biogenen (Brachiopoden-Schalen, Echinodermen-Resten) in einer dolomitischen, sparitischen Grundmasse. Die Ooide sind gut sortiert. Typlokalität: S-Hang des Stockerbauerkogels zwischen den Koten 900 und 1060 m.

Diese Mikrofazies-Typen treten in Parallelprofilen in der gleichen Übereinanderfolge auf. Vergleichsproben aus der Mürzschlucht bei Frein zeigen, daß die bei Gußwerk festgestellten Mikrofazies-Typen weiter verbreitet sind.

3. Hallstätter Kalke (Nor) (Taf. 1, Fig. 1—4)

Die Mikrofazies der norischen Hallstätter Kalke ist bis jetzt nur in Testproben untersucht; eine mikrofazielle Analyse von Hallstätter Kalken der karnischen und norischen Typlokalitäten des Salzkammergutes ist vorgeesehen.

Die nachfolgenden Ausführungen stützen sich auf die Auswertung von Proben aus dem karnischen Hallstätter Kalk des Rötelseins bei Alt-Aussee, aus norischen Hallstätter Kalken des Dürrnberges bei Hallein, des Steinbergkogels bei Hallstatt und des Siriuskogels bei Ischl und Sommeraukogel bei Hallstatt, Oberösterreich. Obwohl diese Proben von willkürlich aufgesammelten Handstücken keine sicheren Aussagen über Mikrofazies-Typen gestatten, zeigen sie doch, welche mikrofaziellen Merkmale in den norischen Hallstätter Kalken vertreten sind:

Die Grundmasse aller untersuchten Proben stellt Mikrit dar. Sparit findet sich nur als sekundäre Bildung in Calcitadern und Calcitflecken. Es scheint, daß die Grundmasse einer sehr feinkörnigen (vgl. Korngrößenmessungen bei SCHWARZACHER 1946) ursprünglichen Matrix entspricht. In Schliffen aus Kalken vom Sommeraukogel finden sich die von SCHWARZACHER (1946) als Schlickgerölle gedeuteten Bildungen (vgl. Taf. 1, Fig. 3). Diese Resedimente dürften für die sedimentologische Deutung der Mikrofazies-Typen von Bedeutung sein. Sie finden sich außer in Hallstätter Kalken selten auch in Mürztaler Kalken.

Unter den Komponenten stehen die Biogene quantitativ vor allen anderen Elementen an der Spitze. Qualitativ und nach dem Grad der Sortierung scheinen zwischen den Hallstätter Kalken der verschiedenen Lokalitäten zum Teil sehr wesentliche Unterschiede zu bestehen, die jedoch einstweilen nicht zur Charakterisierung von Mikrofazies-Typen verwendet werden können. Es ist auffallend, daß bei Proben aus den norischen Hallstätter Kalken des Steinbergkogels das Verhältnis Grundmasse : biogene Komponenten bei 8 Dünnschliffen im Mittel 90 : 10% beträgt, während dasselbe Verhältnis bei Proben aus den Kalken des Dürrnberges bei Hallein (9 Schliffe) bis zu 55 : 45% ansteigen kann. Auch in der Größe und Verteilung der

Biogene bestehen Unterschiede: In Proben vom Steinbergkogel finden sich im Mikrit eingelagert sehr stark zerkleinerte Reste von Mollusken und Echinodermen sowie kleine Ostrakoden und Foraminiferen. In den Kalken des Dürrnberges fallen große Mollusken- und Echinodermen-Reste sowie zahlreiche Foraminiferen auf (vgl. Taf. 1, Fig. 1).

Es ist jedoch fraglich, ob diese Unterschiede in der Verteilung von Fein- und Grob-Biodetritus von mikrofaziellern Wert sind. Wichtiger scheinen hier die generisch oder spezifisch bestimmbaren Biogene zu sein, wobei an erster Stelle die Foraminiferen zu nennen sind. Tab. 1 gibt einen Überblick über die bisher in (nur wenigen) Schriffen von Hallstätter Kalken bestimmten Foraminiferen:

	Dürrnberg	Sommerau- kogel	Steinberg- kogel	Siriuskogel
Ammodiscidae				
<i>Glomospira</i> sp.	ss		ss	
Ophthalmitidae				
<i>Cornuspira</i> sp.		ss		
<i>Involutina</i> cf. <i>liassica</i> (JONES)			ss	
<i>Planinvolutina</i> sp.	ss			
<i>Angulodiscus</i> sp.	ss			
<i>Spirophthalmidium</i> sp. ...		ss		ss
Milioliidae	h			
Nodosariidae		h		
<i>Lenticulina</i> sp.		h		
<i>Frondicularia</i> sp.	h		h	
<i>Pseudoglandulina</i> sp.	s			
Orbuliniidae				
<i>Globigerina</i> sp.	h	s		

Tab. 1: Foraminiferen in Dünnsschliffen von norischen Hallstätter Kalken (ss = sehr selten, 1—5 Exemplare; s = selten, 5—10 Exemplare; h = häufig, über 10 Exemplare. Zahl der ausgewerteten Schriffe: 24).

Obwohl viele der in den Schriffen erkennbaren Foraminiferenquerschnitte zum Teil große Ähnlichkeit mit den von LEISCHNER (1961) abgebildeten Arten haben, wurde einstweilen von einer spezifischen Bestimmung abgesehen. Trotzdem zeigt die Tabelle, welche Gruppen in den Hallstätter Kalken auftreten (vgl. auch HEINRICH 1913) und wie etwa das quantitative Verhältnis der einzelnen Gruppen sein dürfte. Auffallend ist das häufige Vorkommen von Nodosariiden, insbesondere der Gattung *Frondicularia* DEFRANCE. Von Interesse ist das schon von HEINRICH (1913) vermerkte Auftreten von maximal etwa 0.10 mm großen Gehäusen, die sich aus etwa 3—4 kugelförmigen Kammern zusammensetzen und wahrscheinlich als Globigerinen anzusprechen sind (vgl. auch LEISCHNER 1961, S. 29). Das Auftreten von Globigerinen in der Trias ist durch OBERHAUSER (1960) sichergestellt.

Neben den Foraminiferen sind kleine Ostrakoden quantitativ von Bedeutung. Außerdem finden sich Echinodermen-Reste (Siebplatten, Seeigelstacheln und kleine Elemente von Holothurien) recht häufig.

Von besonderer Bedeutung ist das Auftreten von meist zahlreichen geraden oder schwach gebogenen stabförmigen Elementen, die zu einem gewissen Teil auf Molluskenschalen zurückzuführen sein dürften und in der Literatur unter dem Namen „Filamente“ (filaments — CUVILLIER 1951, COLOM 1956 u. a.) bekanntgeworden sind: PEYRE (1959) hat einen Überblick über die Verbreitung und über die Deutungsmöglichkeit dieser Elemente gegeben und kommt zu dem Schluß, daß es sich um genetisch ungleichwertige Strukturen (Algen?, Schalenreste verschiedener Muscheln) handeln dürfte. Filamente sind heute aus der Trias (MICROFACIES ITALIANE 1959; LEISCHNER 1961), dem Jura (Lias — BENELLI 1960; FERASIN 1954; Dogger — PEYRE 1959; Malm — MARKOVÁ 1959; FÜLÖP 1960 u. a.) und aus der Kreide (DUBOURDIEU 1957) bekannt. PEYRE hat darauf hingewiesen, daß sich jurassische und kretazische Filamente durch ihre Dicke und Größe unterscheiden lassen.

Auch bei den in den norischen Hallstätter Kalken auftretenden Filamenten (Taf. 1, Fig. 2) scheinen bei Berücksichtigung der Größe (Sehnenslänge) und der Dicke sowie durch die Vergesellschaftung Unterscheidungsmöglichkeiten gegeben.

Bisher sind Filamente aus der nordalpinen Trias nur aus Kalken der Hallstätter Fazies bekannt. Typische Filamente wurden in Schriffen von anisischen Schreyeralms-Kalken und von karnischen und norischen Hallstätter Kalken festgestellt. Derart scheinen diese Elemente vielleicht ein gutes Fazies-Merkmal abzugeben. Dafür spricht der Umstand, daß auch in der sizilianischen Trias (MICROFACIES ITALIANE 1959) und in der griechischen Obertrias (PEYRE 1959) Filamente nur aus Gesteinen der Hallstätter Fazies bekannt sind.

Es ist wahrscheinlich, daß Filamente, zusammen mit Echinodermen-Resten, kleinen Ostrakoden und verschiedenen Foraminiferen (stellenweise auch Radiolarien!), in der alpinen Trias für Kalke der Hallstätter Fazies kennzeichnend sind.

So sind z. B. Schliffe aus dem in seiner faziellen und stratigraphischen Stellung lange umstrittenen Kalk des Engelsberges NE Winzendorf, Blatt Wiener Neustadt (vgl. PLÖCHINGER 1961), mit charakteristischen Filamenten erfüllt.

Da Filamente auch in den in den Dachsteinriffkalken eingelagerten „roten Scherben“ festgestellt wurden (vgl. E. FLÜGEL & E. FLÜGEL-KAHLER 1963), sind diese Elemente für Aussagen über großfazielle Zusammenhänge — etwa über die faziellen und tektonischen Beziehungen zwischen Dachsteinriffkalken und Hallstätter Kalken — von wesentlicher Bedeutung.

4. Rhätische Dachsteinriffkalke

Die mikrofazielle Analyse eines Dachsteinkalkriffes bei Gußwerk in der Steiermark (E. FLÜGEL & E. FLÜGEL-KAHLER 1963) führte zur Erkennung von 7 Mikrofazies-Typen, welche bestimmten Ablagerungsmedien entsprechen:

Ri 1: Mikrit bzw. Sparit mit großen, wenig transportierten Fossilresten mit biogenen Anlagerungen. Typlokalität: Felswand NW Eibelbauer, Sauwand bei Gußwerk.

Ri 2: Gut sortierter Biosparit, meist Fein-Biodetritus, $\pm$ gleich große, abgerundete Biogene und Interklaste, Offenheitsgrad 8—10. Typlokalität: W-Flanke der Sauwand bei Gußwerk.

Ri 3: Mikrit und Sparit mit großen Fossilresten (Riffbildner) mit biogenen Anlagerungen und verschiedenartig sortierter Detritus, zum Teil mit Pseudooiden. Typlokalität: Plateau der Alpenrosenhütte, Sauwand.

Ri 4: Mikrit mit großen, zerbrochenen, eckigen Biogenen, die durch Sparit getrennt werden. Zwischen den Biogenen oft gradierte Pseudooide. Deutliche Anzeichen von Resedimentation. Typlokalität: Ostfuß der Sauwand.

Ri 5: Intermikrit bis Intersparit; große, eckige Interklaste von geringer Rundung und Sphärizität, Resedimente, keine Biogene. Typlokalität: S-Hang der Sauwand.

Ri 6: Mikrit mit grobspätigem Calcit, keine Komponenten. Dieser Typus stellt einen sehr seltenen Sonderfall dar.

Ri 7: Mikrit mit zahlreichen als Sparit erhaltenen Schalen von Foraminiferen (*Angulodiscus*) und großen Ostrakoden. Keine riffbildenden Organismen. Typlokalität: Kamm des Stockerbauerkogels.

Diese Mikrofazies-Typen konnten auch in anderen rhätischen Dachsteinkalkriffen und in oberrhätischen Riffkalken festgestellt werden (Grimming, Gosaukamm, Hochkönig, Tennengebirge, Rötelswand, Steinplatte, Sonnwendgebirge, Bayrisch-Tirolische Alpen usw.). Es ist sehr wahrscheinlich, daß auch die räumliche Verteilung der Mikrofazies-Typen in diesen Riffen ähnlich ist wie in dem durch mikrofazielle, geochemische und paläontologische Daten gut gliederbaren Sauwand-Riff.

Außer den oben angeführten Mikrofazies-Typen findet sich im Bereich der norisch-rhätischen Riff-Komplexe noch ein oolithischer Kalk (Oosparit mit guter Sortierung, vgl. Taf. 2, Fig. 1; Ri 8) und ein seltener Typus, der nachfolgend beschrieben werden soll:

Mikrofazies-Typus Ri 9 (Taf. 2, Fig. 2—4)

Material: Das untersuchte Material stammt aus der Schiffsammlung FUCHS des Wiener Naturhistorischen Museums und umfaßt 18 Dünnschliffe von Proben, die O. SIMONY 1896 im „Megalodontenband oberhalb des Kleinen Gosaugletschers“ im Dachsteingebiet aufgesammelt hat. Nach der Geologischen Karte (GANSS usw. 1954) handelt es sich um geschichteten Dachsteinkalk, wie er in der Umgebung des Kleinen Gosaugletschers und insbesondere am Linzerweg ansteht.

Mikrofazielle Merkmale: Sechs wahllos aus der Schiffsreihe herausgegriffene Schliffe zeigen die in Tab. 2 und auf Abb. 2 sowie Tafel 3 dargestellten Daten.

Die Grundmasse besteht bei allen Proben aus mittel- bis grobkörnigem Sparit, welcher die Komponenten als sekundärer Zement (vgl. FOLK 1959) umschließt. Die Komponenten stellen fast ausschließlich Biogene dar. Pseudooide sind nur auf einzelne, kleine Areale zwischen den Biogenen beschränkt und nicht — wie etwa bei vielen Proben aus Wettersteinkalken — über die ganze Schiffsfläche verteilt. Im allgemeinen sind die Pseudooide gut gerundet und treten meist als isolierte Gefügekörner, nicht als Aggregate auf. Interklaste sind selten.

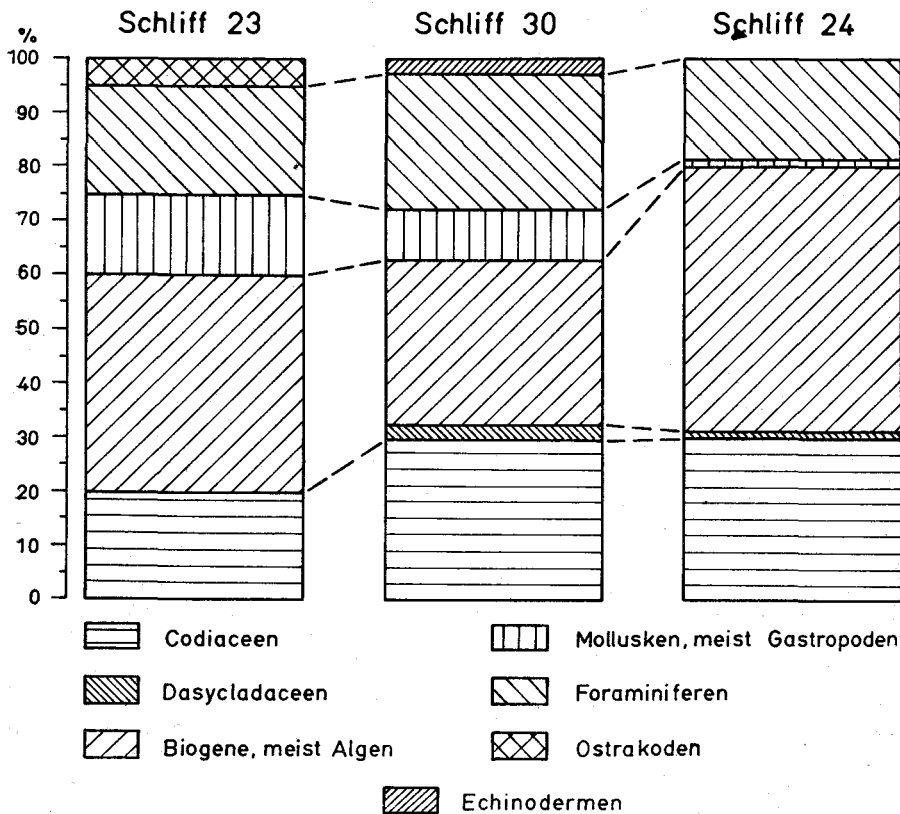


Abb. 2: Häufigkeitsverteilung der Organismenreste in drei Schliffen aus dem Dachsteinsriffkalk des kleinen Gosaugletschers, Dachstein-Gruppe, Oberösterreich. Auszählung von 100 bzw. 225 mm² großen Feldern. ± gleichbleibender Anteil der Algen- und Molluskenreste.

Über 60% der Biogene sind Algenreste, wobei die Mehrzahl der Schnitte zu den Codiaceen und Dasycladaceen gehört (vgl. Abb. 2). Solenoporaceen fehlen. Andere Organismengruppen sind durch Kleinforaminiferen, zahlreiche Individuen von *Angulodiscus*, Spongien (*Stellispongia*), Tabulozoen, Reste von Zweischalern und Echinodermen-Platten vertreten.

Um die Durchschnittsgröße der Biogene und Interklaste zu bestimmen, wurde an 100 Körnern der größte $\varnothing$ gemessen. In Anlehnung an den Vorschlag von CAROZZI (1958) wurde die Meßfläche mit 225 mm² bzw. 100 mm² festgelegt. Es zeigt sich, daß die Häufigkeitsmaxima der Durchmesser meist zwischen 0,3 und 1,2 mm liegen, häufig zwischen 0,3 und 0,6 mm.

Die Sortierung der Komponenten geht aus der Häufigkeits- und Summenkurve sowie aus dem Sortierungskoeffizienten (nach TRASK) So hervor (vgl. Tab. 2 und Taf. 3). Die Sortierung weist auf ein in einem nur schwach bewegten Ablagerungsmedium abgesetztes Sediment hin. Der Sortierungskoeffizient So nach TRASK entspricht den von HOUGH (1940) an rezenten, küstennahen und wenig bewegten Flachwasser-Sedimenten festgestellten Werten (1,0—2,0; Durchschnitt 1,45).

Auch die Offenheitsgrade zwischen 5 und 15 und die Klastizitätsindizes zeigen ruhige Absatzbedingungen an.

Wie die ungleichmäßige und im allgemeinen geringe Rundung und Sphärizität (Taf. 3) zeigt, sind die Komponenten nur geringfügig transportiert.

Die Auswertung dieser, in allen Schliffen der Schriffserie erkennbaren Merkmale führt zur Feststellung des folgenden Mikrofazies-Typus:

Algen-Biosparit. Komponenten $\pm$ gut sortiert, gleichmäßig verteilt. Überwiegend Biogene, darunter meist Codiaceen und Dasycladaceen sowie Foraminiferen (u. a. *Angulodiscus* in gehäufte(r) Form). Rundung und Sphärizität gering und verschieden. Niedrige Offenheitsgrade und Klastizitätsindizes.

Die Typokalität des Mikrofazies-Typus Ri 9 entspricht der Probenentnahmestelle (vgl. S. 216).

Die Interpretation des Mikrofazies-Typus ergibt sich aus Vergleichen mit bereits bekannten Mikrofazies-Typen der obertriadischen Riffkalke: Hierbei kann Mikrofazies Ri 9 nach Sortierung und Verteilung der Komponenten am besten mit Mikrofazies Ri 2 (vgl. S. 216) verglichen werden, bei welcher jedoch Interklaste und tierische Organismenreste eine weitaus größere Rolle spielen als bei Mikrofazies Ri 9. Auch sind die beiden Mikrofazies-Typen durch die durchschnittlichen Korngrößen der Komponenten unterschieden.

Mikrofazies Ri 9 ist durch die Häufigkeit der Codiaceen und Dasycladaceen von allen anderen Mikrofazies-Typen der Riffkalke unterschieden. Das Ablagerungsmedium innerhalb des Sedimentationsbereiches dürfte jedoch das gleiche wie bei Mikrofazies Ri 2 gewesen sein, nämlich das „back-reef-Areal“ (Innenriff nach der Terminologie von SCHEER 1960). Dafür sprechen folgende Punkte:

a) Der Fossilinhalt (Algen!) deutet auf ein flaches, gut durchlichtetes Wasser hin.

b) Die Foraminiferen-Gattung *Angulodiscus* KRISTAN ist in gehäufte(r) Form aus den obertriadischen Riffkomplexen nur aus dem back-reef-Areal bekannt (OHLEN 1959; FABRICIUS 1960; E. FLÜGEL & E. FLÜGEL-KAHLER 1963). Die Vergesellschaftung einer artenarmen Foraminiferen-Fauna mit Grünalgen scheint für diesen Bereich des Riffkomplexes kennzeichnend zu sein (vgl. OHLEN 1959).

c) Die Sortierung, die geringe und verschiedenartige Rundung und Sphärizität und die übrigen quantitativen Daten sprechen für ein ruhiges, wenig bewegtes Ablagerungsmedium.

d) Ähnliche (durch Fossilinhalt und quantitative Daten unterschiedene), gleichmäßig sortierte Biosparite sind unter den Mikrofazies-Typen paläozoischer und jungmesozoischer Riffkalke — immer aus dem back-reef-Areal — bekannt (z. B. WALPOLE & CAROZZI 1961; HENSON 1951).

Die Deutung des Ablagerungsmediums von Mikrofazies-Typus Ri 9 als Mikrofazies des back-reef-Areals würde mit der üblichen Deutung des geschichteten Dachsteinkalkes als Lagunensediment (z. B. ZAPPE 1957) übereinstimmen. Allerdings muß darauf hingewiesen werden, daß Proben

Mikrofazielle Merkmale	Proben					
	24	23	28	36	9	30
Grundmasse	Sparit als Zement	Sparit als Zement	Sparit als Zement	Sparit als Zement	Sparit als Zement	Sparit als Zement
Komponenten	fast nur Biogene	Biogene + Pseudooide, selten Interklaste	nur Biogene	nur Biogene	fast nur Biogene, selten Interklaste	Biogene + Pseudooide
Biogene	Codiaceen, Dasy-cladaceen, Foraminiferen, Biogene	Codiaceen, Dasy-cladaceen, Mollusken, Ostrakoden Foraminiferen, Biogene	Codiaceen und Tabulozoen	fast nur Codiaceen	Biogene, Foraminiferen	Codiaceen, Dasy-cladaceen, Foraminiferen
Interklaste	—	sehr selten	—	—	selten, oft nicht von Biogenen zu unterscheiden	—
Pseudooide	selten	nur in bestimmten Arealen unter 0.1 mm	—	—	—	nur in bestimmten Arealen $\varnothing$ meist 0.05 bis 0.1 mm
Größe der Biogene und Interklaste, 1. und 2. Maximum (in mm)	0.3—0.6	0.3—0.6	0.9—1.2	0.3—0.6	unter 0.3	0.3—0.6
Sortierung der Komponenten, So nach TRASK	0.9—1.2	0.9—1.2	1.5—1.8	0.6—0.9	0.3—0.6	0.6—0.9
Offenheitsgrad, bezogen auf 25 mm ²	1.11	1.21	1.54	1.62	1.58	1.49
Klastizitätsindex (Mittelwerte der 5 höchsten Werte bei 100 Messungen auf 225 mm ²)	8, 15, 10	10, 9, 10	14, 10, 7	5, 6, 5	7, 5, 7	10, 10, 10
	3.0	10.6	2.6	3.8	1.0	4.2

Tab. 2: Mikrofazielle Merkmale von sechs Proben aus Dachsteinkalken N des Kleinen Gosaugletschers, Dachsteingruppe, Oberösterreich.

aus geschichteten Dachsteinkalken im allgemeinen andere Mikrofazies-Typen zeigen (vgl. SANDER 1936), die sich durch häufig auftretende Pseudo-oide, wenig Biogene und durch *mm*- bis *cm*-Rhythmik sowie sich wiederholende Gradierung auszeichnen und zum Teil Ähnlichkeit mit den von VÉGH-NEUBRANDT (1960) aus dem ungarischen Dachsteinkalk beschriebenen Typen haben. Der Mikrofazies-Typus Ri 9 repräsentiert nur ein Ablagerungsmedium innerhalb des weiten Sedimentationsareals an der Rückseite der Rifflatte.

Außerhalb der nordalpinen Obertrias konnte Mikrofazies Ri 9 auch in Proben aus rhätischen Dachsteinkalken der Julischen Alpen (Material RAMOVŠ, Laibach) festgestellt werden.

IV. Mikrofazies-Typen als sedimentologische Daten

Die mikrofazielle Typisierung von triadischen Kalken und Dolomiten liefert zusätzliche Aussagen über die Ablagerungsbedingungen dieser Sedimente. Hierbei ist es notwendig, die verschiedenen mikrofaziellen Merkmale gesondert auf ihre sedimentologische Aussagekraft hin zu überprüfen.

Zwei Beispiele sollen die Bedeutung der Mikrofazies-Typen auf diesem Gebiet zeigen:

Die Gutensteiner Kalke der Typlokalität lassen zwei wesentliche Mikrofazies-Typen erkennen (E. FLÜGEL & M. KIRCHMAYER 1963): einen feinkörnigen Mikrit mit Sphären und zum Teil mit Ooiden und einen aus Detritus aufgebauten Biosparit mit vielen Algenresten. Die Mikrofazies-Typen Gu 1 A und Gu 1 B zeigen keine Anzeichen für stärkere Resedimentation; der feinkörnige Mikrit ist auch nicht gradiert und scheint eine ungestörte, gleichmäßige Kalkschlamm sedimentation anzuzeigen. Dieser Aussage steht aber die Aussage der Ooide gegenüber, deren Bildung zumeist eine gewisse Turbulenz des Wassers voraussetzt (vgl. CAROZZI 1960; RUSNAK 1960; USDOWSKI 1962 u. a.). Die quantitativen Daten der Ooide (Sortierung, Verteilung) könnten dafür sprechen, daß die Ooide vor ihrer Ablagerung transportiert wurden, daß also die Ooide in einem anderen Ablagerungsmedium (dessen Sedimente nicht bekannt sind) entstanden sind. In dem aus der mikrofaziellen Untersuchung des Typusprofils gewonnenen Fazies-Schema ist festzustellen, daß Kalke des Mikrofazies-Typus 1 von Kalken des Mikrofazies-Typus 2 überlagert werden und daß diese Folge sich anscheinend nochmals wiederholt. Die Schichtsäule läßt demnach einen — vielleicht zyklischen — Wechsel in der Sedimentologie erkennen. Dieser Wechsel mag durch ein Oszillieren des Untergrundes bedingt gewesen sein oder durch Hebung der Sedimente vom Mikrofazies-Typus 1 in einen Bereich, der Algenwuchs und starke Wellenbewegung ermöglichte. Diese Erklärung steht der von ROSENBERG (1958, S. 295) gegebenen Deutung der Gutensteiner Kalke als „Algenkalkbarre mit Crinoidensandhalde ... und strandnahe Hinter-Riff-Flachseefazies“ mit „... gleichmäßig rhythmischer Absenkung“ gegenüber.

Wie die Beschreibung des Mikrofazies-Typus Ri 9 (S. 216) gezeigt hat, liefern die Mikrofazies-Typen der obertriadischen Rifflalke mit ihren meist zahlreichen organogenen und anorganischen Merkmalen gute, sedimento-

logisch auswertbare Daten. Es ist heute möglich, an Hand von Dünnschliffen das Ablagerungsmedium von Kalken aus obertriadischen Riffkomplexen festzulegen und damit auch in tektonisch gestörten Gebieten die ursprünglichen Riffteile (zentrales Riffareal, back-reef, fore-reef usw.) auseinanderzuhalten. Diese Gliederungsmöglichkeit dürfte im Zusammenhang mit der Erdölprospektion am Kalkalpenrand von Interesse sein, da — bedingt durch die ungleiche primäre Porosität in verschiedenen Teilen des Riffkomplexes — der Grad einer möglichen Erdölführung sehr verschieden ist (vgl. LEVORSEN 1956).

V. Mikrofazies-Typen als Zeitmarken

Es sei vorausgeschickt, daß das Primat jeder stratigraphischen Gliederung bei der Paläontologie liegt (SCHINDEWOLF 1960). Trotzdem wird es aber in vielen Fällen notwendig sein, für „prostratigraphische“ Gliederungsversuche im Rahmen der Lithostratigraphie auch die Mikrofazies-Typen auszuwerten.

Auf die Gefahren des lithologischen Vergleiches ist schon oft hingewiesen worden (vgl. z. B. J. PIA 1930). Und trotzdem bleibt dem Aufnahmegeologen in vielen Fällen keine andere Möglichkeit, als allein nach dem Habitus des Gesteins Einheiten zu unterscheiden, denen — nicht immer berechtigt — der Rang von echten Zeit-Gestein-Einheiten zugesprochen wird.

Gerade in der alpinen Trias ist dieses Verfahren weit verbreitet, und es ist daher gerade hier notwendig, bei der zeitlichen Gliederung der Profile, alle Methoden einzusetzen, die zur Verfügung stehen.

Die Auswertung von Mikrofazies-Typen als Zeitmarken ging von der Erdölindustrie aus. UDDEN & WAITE (1927) unternahmen als erste den erfolgreichen Versuch, Bohrungen im nordamerikanischen Jungpaläozoikum durch Schliffotypen zu korrelieren. CUVILLIER konnte diese Methode dann in großem Umfang im französischen Meso- und Känozoikum einsetzen, und im Nahen Osten haben sich Korrelationen auf der Basis von Mikrofazies-Typen erfolgreich bewährt (HENSON 1951; FAIRBRIDGE 1954 u. a.).

Die Verwendbarkeit der Mikrofazies-Typen als Zeitmarken hängt im wesentlichen davon ab, ob die Mikrofazies-Typen bereits in ihrer qualitativen und quantitativen Variationsbreite untersucht sind. Wie die Untersuchungen in der alpinen Trias zeigen, ist diese Variationsbreite im allgemeinen geringer als meist vermutet wird. In manchen Fällen ist dies von Nachteil, da wenige und schlecht zu typisierende mikrofazielle Merkmale und dementsprechend wenige Mikrofazies-Typen oft mit Fazies-Wiederholungen in der Vertikalen zusammenfallen. Andererseits liefern diese quer durch die Zeit laufenden Mikrofazies-Typen — die etwa mit der Magnafazies (CASTER 1934) des Großbereiches zu vergleichen sind — wertvolle sedimentologische Daten. Als Beispiel seien hier die Hallstätter Kalke des Salzkammergutes genannt (vgl. S. 213).

Da sich in den Mikrofazies-Typen in erster Linie die Bedingungen der Sedimentation widerspiegeln, wird eine Deutung als Zeitmarken erst nach Eliminierung jener Merkmale möglich, die innerhalb eines Sedimentations-

raumes (etwas innerhalb eines Riffkomplexes) in starkem Maß vom Ablagerungsmedium abhängig sind. So werden gehäuft auftretende Ooide am Rande des back-reef-Areals im allgemeinen schlechte Zeitmarken abgeben, wobei allerdings auch hier weitere Untersuchungen abgewartet werden müssen; so hat z. B. F. WERNER (1959) gezeigt, daß die Größe der Eisenooide im Dogger von Württemberg in verschiedenen stratigraphischen Niveaus variiert. Versuche, Oolithe aus der nordalpinen Trias (Raibler Schichten, oolithische oberrhätische Riffkalke) durch quantitative Merkmale zu unterscheiden, brachten bisher keine befriedigenden Ergebnisse.

Es ist selbstverständlich, daß die brauchbarsten Merkmale für eine stratigraphische Interpretation der Mikrofazies-Typen die Biogene darstellen. Hierbei zeigt es sich aber, daß nicht nur die generisch oder spezifisch bestimmbaren Fossilreste als Zeitmarken herangezogen werden können, sondern daß auch die nur gruppenmäßig erfaßbaren Reste — zusammen mit den übrigen Merkmalen — von Bedeutung sind. So können z. B. lithologisch ähnliche Gutensteiner Kalke und Mürztaler Kalke durch das häufige Auftreten von Echinodermen-Platten in den Mürztaler Kalken unterschieden werden.

Eine derartige Unterscheidung ist für den kartierenden Geologen von Wert. In vielen Fällen werden mikrofazielle Untersuchungen gerade da eingesetzt werden, wo es um eine Entscheidung zwischen zwei Einstufungsmöglichkeiten geht (etwa bei Wettersteinkalk oder Dachsteinkalk, Hallstätter Kalk oder Dachsteinkalk, Plassenkalk oder triadischer Kalk usw.).

Aus den obenstehenden Ausführungen geht hervor, daß die Mikrofazies-Typen in ähnlicher Weise wie die Fazies im Großbereich nur innerhalb der gleichen Sedimentationsräume mit über weite Gebiete $\pm$ gleichbleibenden Ablagerungsbedingungen als Zeitmarken Verwendung finden können. FAIRBRIDGE (1954) hat darauf hingewiesen, daß diese Bedingungen am besten im Übergangsbereich von Ortho- und Parageosynklinalen erfüllt sind, da hier bei relativ langsamer und ungestörter Sedimentation Änderungen, welche die Mikrofazies beeinflussen können, über weite Entfernungen wirksam sind. Im Bereich der Tethys scheinen derartige Sedimentationsbedingungen zumindest zeitweise vorhanden gewesen zu sein, wie die in obertriadischen Riffkalcken der Nord- und Südalpen gleichbleibenden Mikrofazies-Typen zeigen (E. FLÜGEL & A. RAMOVŠ 1961). In letzter Zeit konnten dieselben Mikrofazies-Typen auch in gleich alten Riffkalcken aus Griechenland (Pantokrator-Kalk) festgestellt werden.

VI. Ausblick

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß die Mikrofazies-Analyse auch in der kalkalpinen Trias neue Möglichkeiten für Aussagen über die Sedimentologie der triadischen Karbonate und stellenweise auch über das stratigraphische Alter eröffnet. Die methodischen Grundlagen liegen nun vor.

Weitere Untersuchungen müssen sich mit der mikrofaziellen Typisierung der zahlreichen aus der alpinen Trias beschriebenen Kalke und Dolomite beschäftigen. Ferner ist es notwendig, vergleichende Untersuchungen in

anderen Gebieten der Tethys durchzuführen, um die regionale Beständigkeit der Mikrofazies-Typen auch in der Trias weiter untermauern zu können. Es ist selbstverständlich, daß derartige Arbeiten wesentlich zur Aufklärung der Paläogeographie beitragen können.

Vorerst aber sind Detailuntersuchungen notwendig, ohne die jede Synthese auf unsicherem Grund steht. In diesem Sinne sind die laufenden Arbeiten über die Mikrofazies der Reiflinger Kalke und der Pseudo-Hallstätter Kalke durch das Geol.-Paläont. Institut der Universität Graz sehr zu begrüßen.

Die mikrofaziellen Untersuchungen des Verfassers wurden an der Geol.-Paläont. Abteilung des Wiener Naturhistorischen Museums begonnen und am Geologischen Institut der Technischen Hochschule Darmstadt fortgesetzt. Die finanziellen Voraussetzungen zur Durchführung der Arbeiten schufen Subventionen durch die Österreichische Akademie der Wissenschaften, durch das Land Steiermark und durch das Land Niederösterreich. Für die Durchsicht des Manuskriptes und für sein stetes, die Arbeiten wesentlich förderndes Interesse bin ich Herrn Dr. Martin KIRCHMAYER (Bergakademie Clausthal-Zellerfeld) zu herzlichem Dank verpflichtet.

VII. Terminologie

Nachfolgend werden die in dieser Arbeit verwendeten Fachausdrücke erläutert. Definition und Diskussion der Termini findet sich bei E. FLÜGEL (1963 a).

Biogene: Alle in Dünnschliffen erkennbaren Fossilreste. Der Begriff umfaßt sowohl sicher typisierbare Fossilreste als auch Bruchstücke von unklarer gruppenmäßiger Zugehörigkeit.

Biomikrit: Mikrit mit zahlreichen Fossilresten.

Biosparit: Sparit mit zahlreichen Fossilresten.

Calcarenit: Kalk mit mechanisch abgelagerten Komponenten von Sandkorn-Größe (0.06—2 mm). Im Schliff 50% und mehr Detritus. Im allgemeinen rechnet man auch Kalke mit kleineren detritären Komponenten zu den Calcareniten.

Calcilutit: Feinkörniger, dichter, homogener Kalk.

Dismikrit: Mikrit mit unregelmäßig verteilten Arealen von Sparit. Verschiedene Entstehungsmöglichkeiten, oft durch Algen-Tätigkeit bedingt.

Dolosparit: Dolomit mit sparitischer Grundmasse.

Fein-Biodetritus: Detritus (mechanisch abgelagerte Komponenten, die bereits vor der Sedimentation gebildet worden waren) aus kleinen und $\pm$ gleich großen Komponenten (Biogenen).

Interklaste: Wiederaufgearbeitetes Sediment, intraformationelle Bildungen, Inhomogenitätsbrekzien; Breie nach SANDER 1936.

Intermikrit: Mikrit mit Interklasten.

Intersparit: Sparit mit Interklasten.

Klastizitätsindex: Größter, im Schliff meßbarer $\varnothing$ von 100 Gefügekörnern (Komponenten).

Mikrit: Feinkörnige, primäre Grundmasse der Karbonatgesteine. Verfestigter Kalkschlamm.

Offenheitsgrad: Zahl aller Komponenten/Zahl der sich berührenden Komponenten, bezogen auf eine gleichbleibende Flächeneinheit im Schliff.

Onkoide: Gefügekörner aus einem meist organogenem Kern und einer, aus nicht konzentrischen Ringen gebildeten Schale. Häufig durch Algen-Tätigkeit bedingt.

Oodolosparit: Dolomit mit sparitischer Grundmasse und Ooiden als Komponenten.

Ooide: Gefügekörner aus Kern und einer Schale mit konzentrischen Ringen, häufig mit Radialstruktur.

Oosparit: Sparit mit Ooiden.

Pseudooide: Abgerundete Gefügekörner ohne Struktur von verschiedenartiger Entstehung.

Sparit: Grobkörnige, spätige Grundmasse der Karbonatgesteine; zum Teil durch Umkristallisation bedingt.

VIII. Literatur

- BENELLI, S. G. C.: Geologia dei Monti di Fara in Sabina. — Boll. Soc. Geol. Ital., 79, 3, 23—78, 9 Taf. Rom 1960.
- BITTERLI, P.: Studien an bituminösen Gesteinen aus Österreich und benachbarten Gebieten. — *Erdoel-Z.*, 1962, 7, 405—416, 2 Abb. Wien—Hamburg 1962.
- BOUMA, A. H.: Sedimentology of some Flysch deposits. A graphic approach to facies interpretation. — 168 S., 31 Abb., 3 Beil. Amsterdam—New York (Elsevier) 1962.
- BRIX, F.: Chemische und physikalische Hilfsmittel zur stratigraphischen Gliederung fossilärmer Schichten mit Beispielen aus der Molassezone bei Tulln. — *Erdoel-Z.*, 1960, 8, 3—19, 8 Abb. Wien—Hamburg 1960.
- BROWN, J. S.: Suggested use of the word microfacies. — *Econ. Geol.*, 38, 325. New Haven 1943.
- BROWN, W. W. M.: The origin of stylolites in the light of a petrofabric study. — *J. Sed. Petrol.*, 29, 2, 254—259, 4 Abb., 1 Taf. Tulsa 1959.
- BUEHLER, E. J.: The use of peels in carbonate petrology. — *J. Sed. Petrol.*, 18, 71—73. Tulsa 1948.
- CAROZZI, A.: Contribution à l'étude des rythmes de sédimentation. — *Arch. Sci.*, 3, 17—40, 95—146. Abb. Genf 1950.
- CAROZZI, A.: Sédimentation rythmique dans la nappe de Moreles-Aravis (Chaînes subalpines de Haute-Savoie, France). — *Proc. Third Internat. Congr. Sedimentology*, 81—89, 2 Abb. Groningen-Wageningen 1951.
- CAROZZI, A.: Micro-mechanisms of sedimentation in the epicontinental environment. — *J. Sed. Petrol.*, 28, 2, 133—150, 13 Abb. Tulsa 1958.
- CAROZZI, A.: Microscopic Sedimentary Petrography. — 485 S., 88 Abb. New York—London (J. Wiley & Sons) 1960.
- CAROZZI, A.: Distorted oolites and pseudoolites. — *J. Sed. Petrol.*, 31, 2, 262—274, 13 Abb. Tulsa 1961.
- CASTER, K. E.: The stratigraphy and paleontology of northwestern Pennsylvania. Part I: Stratigraphy. — *Bull. Amer. Palaeont.*, 21, 71, 185 S., Abb. Ithaca 1934.
- CHAYES, F.: A simple Point Counter for Thin-Section Analysis. — *Amer. Min.*, 34, 1—11. New York 1949.
- COLOM, G.: Lito-facies y micropaleontología de las formaciones jurasico-neocomienses de la Sierra de Ricote (Murcia). — *Bol. Inst. geol. min. Espana*, 67, 11—64. Madrid 1956.
- CUVILLIER, J.: La notion de „microfacies“ et ses applications. — VII^e Congr. Naz. Metano Petrolio, (I), 1—7. Rom 1952.
- CUVILLIER, J.: Micropaleontologie moderne. — *Rev. Micropaleont.*, 1, 1, 5—8. Paris 1958.
- CUVILLIER, J.: Étude et utilisation rationnelle de microfacies. — *Rev. Micropaleont.*, 4, 1, 3—6. Paris 1961.
- CUVILLIER, J. & SACAL, V.: Stratigraphic correlations by microfacies in Western Aquitaine. 3rd ed. — *Internat. Sed. Petrograph. Ser.*, 2, 34 S., 100 Taf. Leiden (E. J. Brill) 1961.
- DEFLANDRE, G.: Sur les Nannofossiles calcaires et leur systématique. — *Rev. Micropaleont.*, 2, 3, 127—152, 4 Taf. Paris 1959.
- DUBOURDIEU, G.: Etude géologique de la région de L'Ouenza. — *Bull. Serv. Carte géol. Algérie*, 10. Algier 1956.
- ENGELS, B.: Die kleintektonische Arbeitsweise unter besonderer Berücksichtigung ihrer Anwendung im deutschen Paläozoikum. — *Geotekton. Forsch.*, 13, 129 S. Stuttgart 1959.
- ESCHER-HESS, C.: Etude microscopique. — *Eclogae géol. Helvet.*, 8, 288—291. Basel 1903.
- FABRICIUS, F. H.: Sedimentation und Fazies des Rät und der Lias-Überdeckung in den Bayrisch-Tirolischen Kalkalpen. — *Diss. T.H. München*, 157 S., 35 Profil- und Diagrammtaf., 30 Phototaf., 6 Karten. München 1960.
- FAIRBRIDGE, R. W.: Stratigraphic correlation by microfacies. — *Amer. J. Sci.*, 252, 11, 683—694, 1 Abb. New Haven 1954.
- FERASIN, F.: Sulla presenza di Supposte Alghe filamentose nel Giurese del Veneto. — *Riv. Ital. Paleont.*, 62, 198—204, 1 Abb., Taf. 17—18. Mailand 1956.

FLÜGEL, E.: 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, 1 Abb., Taf. 5. Wien 1962.

FLÜGEL, E.: Grundlagen der mikrofaziellen Analyse von Karbonatgesteinen. — N. Jb. Geol. Paläont., Abh. (im Druck). Stuttgart 1963 (a).

FLÜGEL, E.: Zur Geologie der Sauwand bei Gußwerk (Steiermark). — Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, 93 (im Druck). Graz 1963 (b).

FLÜGEL, E. & FLÜGEL-KÄHLER, E.: Mikrofazielle und geochemische Gliederung eines obertriadischen Riffes der Nördlichen Kalkalpen (Sauwand bei Gußwerk, Steiermark, Österreich). — Mitt. Mus. Bergbau Geol. Technik, Landesmus. Joanneum, 24, 1—120, Taf. 1—10, 8 Abb., 14 Tab. Graz 1963.

FLÜGEL, E. & KIRCHMAYER, M.: Zur Terminologie der Ooide, Onkoide und Pseudo-oide. — N. Jb. Geol. Paläont., Mh., 1962, 3, 113—123, 2 Abb., 2 Tab. Stuttgart 1962.

FLÜGEL, E. & KIRCHMAYER, M.: Typlokalität und Mikrofazies des Gutensteiner Kalkes (Anis) der kalkalpinen Trias. — Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark, 93 (im Druck). Graz 1963.

FLÜGEL, E. & RAMOVŠ, A.: Fossilinhalt und Mikrofazies des Dachsteinkalkes (Ober-Trias) im Begunjščica-Gebirge, S-Karawanken (NW-Slowenien, Jugoslawien). — N. Jb. Geol. Paläont., Mh., 1961, 6, 287—294. Stuttgart 1961.

FOLK, R. L.: Practical Petrographic Classification of Limestones. — Bull. Amer. Ass. Petrol. Geol., 43, 1, 1—38, 41 Abb. Tulsa 1959.

FÜCHTBAUER, H.: Zur Nomenklatur der Sedimentgesteine. — Erdöl und Kohle, 12, 605—613, 7 Abb. Hamburg 1959.

FÜLÖP, J., HÁMOR, G., HETÉNYI, R. & VIGH, G.: Über die Jurabildungen des Vértess-gebirges. — Földt. Közlöny, 90, 1, 15—26, 5 Abb., Taf. 1—6. Budapest 1960 (Ungar.-m. deutsch. u. russ. Zusammenfassung).

GANSS, O., KÜMEL, F. & NEUMANN, G.: Geologische Karte der Dachsteingruppe, 1: 25.000. — DÖAV, Innsbruck—Wien 1954.

GÜMBEL, C. W.: Mikroskopische Untersuchungen alpiner Triaskalke und Dolomite. — Verh. geol. Reichsanst., 7, 8, 141—144. Wien 1873.

HAGN, H.: Fazies und Mikrofauna der Gesteine der Bayrischen Alpen. — Internat. Sed. Petrograph. Ser., 1, 174 S., 71 Taf., 8 Tab. Leiden (E. J. Brill) 1955.

HEINRICH, A.: Untersuchungen über die Mikrofauna des Hallstätter Kalkes. — Verh. geol. Reichsanst., 1913, 225—234. Wien 1913.

HENSON, F. R. S.: Cretaceous and Tertiary Reef Formations and Associated Sediments in Middle East. — Bull. Amer. Ass. Petrol. Geol., 34, 215—238, 4 Taf. Tulsa 1951.

HOUGH, J. L.: Sediments of Cape Cod Bay, Massachusetts. — J. Sed. Petrol., 12, 10—30, 8 Abb. Tulsa 1940.

HUCKRIEDE, R.: Die Conodonten der mediterranen Trias und ihr stratigraphischer Wert. — Paläont. Z., 32, 3/4, 141—175, Taf. 10—14. Stuttgart 1958.

HÜCKEL, B. & JACOBSHAGEN, V.: Geopetale Sedimentgefüge im Hauptdolomit und ihre Bedeutung für die tektonische Analyse der Nördlichen Kalkalpen. — Z. deutsch. geol. Ges., 113, 2/3, Jg. 1961, 305—310, Taf. 5—6, 1 Abb. Stuttgart 1962.

KOCH, E.: „Sandfang“. Ein Hinweis auf die Lagerungsverhältnisse. — N. Jb. Geol. Paläont., Mh., 1959, 443—450, 7 Abb. Stuttgart 1959.

KRISTAN-TOLLMANN, E.: Stratigraphisch wertvolle Foraminiferen aus Obertrias- und Liaskalken der voralpinen Fazies bei Wien. — Erdoel-Z., 1962, 4, 228—233, 2 Taf. Wien—Hamburg 1962.

KRUMBEIN, W. C. & SLOSS, L. L.: Stratigraphy and sedimentation. — 497 S., 122 Abb. San Francisco (Freeman & Co.) 1955.

KÜHN, O. (Herausgeber): Austriehe. — Lexique Strat. Internat., 1, Europe, Fasc. 8, 646 S. Centre National Recherche Scient., Paris 1962.

LEES, A.: Etching technique for use on thin sections of limestones. — J. Sed. Petrol., 28, 200—202. Tulsa 1958.

LEISCHNER, W.: Zur Mikrofazies kalkalpiner Gesteine. — Sitzungsber. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl., 168, 8/9, 839—882, 17 Abb., 3 Taf. Wien 1959.

LEISCHNER, W.: Zur Kenntnis der Mikrofauna und -flora der Salzburger Kalkalpen. — N. Jb. Geol. Paläont., Abh., 112, 1, 1—47, Taf. 1—14. Stuttgart 1961.

LEUCHS, K.: Beiträge zur Lithogenesis kalkalpiner Sedimente. I. Teil: Beobachtungen an Riffgesteinen der nordalpinen Trias. — N. Jb. Min. Geol. Paläont., (B), 59, 357—408, Taf. 25—35. Stuttgart 1928.

LEUCHS, K.: Feinschichten, Gleitfaltung, Algenrasen und Trümmerlagen im Wettersteinkalk (Beiträge zur Lithogenese kalkalpiner Sedimente III. Teil). — Chemie der Erde, 7, 95—112, 8 Abb. Jena 1932.

LEVORSEN, A. I.: Geology of Petroleum. — 703 S., Abb. San Francisco (Freeman & Co.) 1956.

MARKOVA, M.: Výskyt valúmov Jury v Terciérnych zlepenoch na Juhozápadnom okraji juhoslovenskeho krasu. — Geol. Prace, 55, 267—278, 3 Abb., Taf. 13—15. Bratislava 1959 (Slowakisch).

MICROFACIES ITALIANE (dal carbonifero al miocene medio). — 35 S., 145 Taf. Milano (Agip Mineraria) 1959.

MÍŠIK, M.: (Das lithologische Profil durch die Maninserie.) — Geol. Sborn., 8, 2, 242—258, Taf. 8, Beil. 2. Bratislava 1957 (Slowakisch m. deutsch. Zusammenfass.).

OBERHAUSER, R.: Foraminiferen und Mikrofossilien „incertae sedis“ der ladinischen und karnischen Stufe der Trias aus den Ostalpen und aus Persien. — Jb. Geol. Bundesanst., Sonderbd. 5, 5—46, 5 Abb., 6 Taf. Wien 1960.

OHLEN, H. R.: The Steinplatte Reef Complex of the Alpine Triassic (Rhaetian) of Austria. — Unveröff. Diss. Univ. Princeton, 123 S., 20 Taf. Princeton 1959.

PETTJOHN, F. J.: Sedimentary rocks. — 718 S., 173 Abb., 40 Taf. New York (Harper & Brothers) 1957.

PEYRE, Y.: Étude sur les organismes du Jurassique présentant en section taillée l'aspect de filaments. — Rev. Micropaléont., 2, 2, 80—87, 2 Abb., 2 Taf. Paris 1959.

PIA, J. v.: Grundbegriffe der Stratigraphie. Mit ausführlicher Anwendung auf die europäische Mitteltrias. — 252 S., 3 Abb. Wien—Leipzig (F. Deuticke) 1930.

PLÖCHINGER, B.: Die Gosaumulde von Grünbach und der Neuen Welt (Niederösterreich). — Jb. Geol. Bundesanst., 104, 359—441, 19 Abb., geol. Karte auf Taf. 27. Wien 1961.

PURTSCHELLER, F.: Sedimentpetrographische Untersuchungen am Hauptdolomit der Brentagruppe. — Tschermaks min. petrograph. Mitt., 8, 2, 167—217, 13 Abb., 5 Diagramme. Wien 1962.

RADOIČIĆ, R.: Microfacies du Cretacé et du Paleogene des Dinarides externes de Yougoslavie. — Paleont. Dinarides Yougoslaves, Ser. A, Micropaléont., 4, 1, 172 S., 67 Taf. Titograd 1960.

REY, M.: Sur l'emploi des photo-logs de microfaciès dans les séries indurées sédimentaires traversées par les sondages. — Rev. Inst. Franc. Petrol. Ann. Combustibles liquides, 9, 2, 8 S. Paris 1954.

REY, M. & NOUET, G.: Microfacies de la region Prerifaine et de la Moyenne Moulouya (Maroc Septentrional). — Internat. Sed. Petrograph. Ser., 3, 41 S., 97 Taf., 3 Tab. Leiden (E. J. Brill) 1958.

ROSENBERG, G.: 50 Jahre nach Mojsisovics. — Mitt. Geol. Ges. Wien, 50, Jg. 1957, 293—314. Wien 1958.

RUSNAK, G. A.: Some observations of recent oolites. — J. Sed. Petrol., 30, 3, 471—480, 7 Abb. Tulsa 1960.

SANDER, B.: Beiträge zur Kenntnis der Anlagerungsgefüge (Rhythmische Kalke und Dolomite aus Tirol). I. Nordalpine Beispiele. II. Südalpine Beispiele, Hauptdolomit, Allgemeines. — Min. Petrograph. Mitt., 48, 1/2, 27—139, 6 Diagramme, 36 Abb., 7 Tab.; 3/4, 2 Diagramme, 10 Abb., 6 Tab. Leipzig 1936.

SANDER, B.: Einführung in die Gefügekunde der geologischen Körper. Zweiter Teil. Die Korngefüge. — 409 S., 153 Abb. Wien—Innsbruck (Springer) 1950.

SCHÖER, G.: Der Lebensraum der Riffkorallen. — Naturwiss. Ver. Darmstadt, Bericht 1959/1960, 29—44, 17 Abb. Darmstadt 1960.

SCHINDEWOLF, O. H.: Stratigraphische Methodik und Terminologie. — Geol. Rundschau, 49, 1, 1—35, 1 Tab. Stuttgart 1960.

SCHWARZACHER, W.: Sedimentpetrographische Untersuchungen kalkalpiner Gesteine. Hallstätter Kalk von Hallstatt und Ischl. — Jb. Geol. Bundesanst., 91, 1—48, 15 Abb. Wien 1946.

STRADNER, H. & PAPP, A.: Tertiäre Discoasteriden aus Österreich und deren stratigraphische Bedeutung. Mit Hinweisen auf Mexiko, Rumänien und Italien. — Jb. Geol. Bundesanst., Sonderbd. 7, 160 S., 42 Taf., 24 Abb. Wien 1961.

- TOLLMANN, A.: Die Hallstätterzone des östlichen Salzkammergutes und ihr Rahmen. — Jb. Geol. Bundesanst., 103, 37—131, 4 Abb., Taf. 2—5. Wien 1960.
- TWENHOFEL, W. H. & TYLER, S. A.: Methods of study of sediments. — 183 S., 17 Abb., 24 Tab. New York—London (McGraw-Hill) 1941.
- UDDEN, J. A. & WAITE, V. V.: Some microscopic characteristics of the Bend and Ellenburger limestones. — Texas Univ. Bull., 2703, 8 S., 9 Taf. Austin 1927.
- USDOWSKI, H. E.: Die Entstehung der kalkoolithischen Fazies des norddeutschen Unteren Buntsandsteins. — Beitr. Min. Petrograph., 8, 3, 141—179, 8 Taf. Stuttgart 1962.
- VÉGH-NEUBRANDT, E.: Petrologische Untersuchung der Obertrias-Bildungen des Gerecsgebirges in Ungarn. — Geol. Hungarica, Ser. Geol., 12, 132 S., 50 Abb. Budapest 1960 (ungarisch und deutsch).
- VORTISCH, W.: Oberrhätischer Riffkalk und Lias in den nordöstlichen Alpen. Teil 1. — Jb. Geol. Bundesanst., 76, 1—64, 1 Taf., 4 Abb. Wien 1926.
- WÄHNER, F.: Das Sonnwendgebirge im Unterinntal, ein Typus eines alpinen Gebirgsbaues. Band 1. — 356 S., 96 Abb., 1 Karte, 19 Taf. Leipzig—Wien (F. Deuticke) 1903.
- WALPOLE, R. L. & CAROZZI, A. V.: Microfacies Study of Rundle Group (Mississippian) of Front Ranges, Central Alberta, Canada. — Bull. Amer. Ass. Petrol. Geol., 45, 11, 1810—1846, 25 Abb., 6 Tab., 1 Taf. Tulsa 1961.
- WARNE, J.: A quick field or laboratory staining scheme for the differentiation of the major carbonate minerals. — J. Sed. Petrol., 32, 1, 29—38, 3 Abb., Taf. 2. Tulsa 1962.
- WELLS, J. W.: Provisional paleoecological analysis of the Devonian rocks of the Columbus Region. — Ohio J. Sci., 47, 119—126. Washington 1947.
- WERNER, F.: Zur Kenntnis der Eisenoolithfazies des Braunjura β von Ostwürttemberg. — Arb. Geol. Paläont. Inst. T H Stuttgart, N. F., 23, 169 S., 7 Taf. Stuttgart 1959.
- WEYNSCHENK, R.: Beiträge zur Geologie und Petrographie des Sonnwendgebirges (Tirol), besonders der Hornsteinbreccien. — Schlern-Schriften, 59, 66 S., 7 Abb., 3 Beilagen, Taf. 1—15. Innsbruck 1949.
- WOLF, K. H.: An introduction to the classification of limestones. — N. Jb. Geol. Paläont., Mh., 1961, 5, 236—250, 1 Abb., 1 Tab. Stuttgart 1961.
- ZANKL, H.: Die Geologie der Torrener Joch-Zone in den Berchtesgadener Alpen. — Z. deutsch. geol. Ges., 113, 2/3, Jg. 1961, 446—462, 7 Abb. Stuttgart 1962.
- ZAPFE, H.: Dachsteinkalk und „Dachsteinmuscheln“. — Natur und Volk, 87, 3, 87—94, 8 Abb. Frankfurt/Main 1957.

TAFEL 1

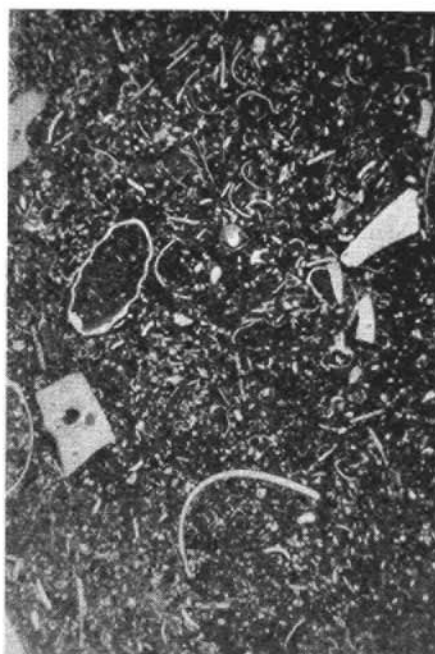
- Fig. 1: Dünnschliff. Norischer Hallstätter Kalk: Dürrenberg bei Hallein, Salzburg. 4×. — Biomikrit mit zahlreichen schlecht sortierten Biogenen, meist Molluskenreste.
- Fig. 2: Dünnschliff. Norischer Hallstätter Kalk: Reingraben bei Hallein, Salzburg. 4×. — Biomikrit mit zahlreichen Biogenen, darunter Echinodermenreste, Ostrakoden, Molluskenfragmente und gebogene Filamente.
- Fig. 3: Dünnschliff. Norischer Hallstätter Kalk: Sommeraukogel bei Hallstatt, Oberösterreich. 4×. — Interbiomikrit mit Resedimenten (Schlickgerölle nach SCHWARZACHER) und Molluskenbruchstücken.
- Fig. 4: Dünnschliff. Norischer Hallstätter Kalk: Steinbergkogel bei Hallstatt, Oberösterreich. 4×. — Mikrit mit wenigen, stark zerkleinerten Biogenen, Ammonitenquerschnitt.

TAFEL 2

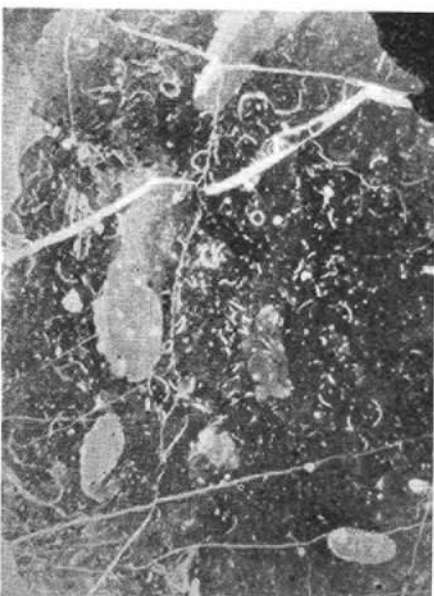
- Fig. 1: Dünnschliff. Mikrofazies-Typus Ri 8 der obertriadischen Riffkalke: Hörndl, Sonnwendgebirge, Tirol. 4×. — Oosparit mit gut sortierten Ooiden und Molluskenresten.
- Fig. 2: Dünnschliff. Mikrofazies-Typus Ri 9 der obertriadischen Riffkalke. Dachstein-Kalk: Kleiner Gosaugletscher, Gosaukamm, Oberösterreich. 4×. — Algen-Biosparit; nahezu alle Biogene sind Algen (Codiaceen und Dasycladaceen). — Schliff 36.
- Fig. 3: Dünnschliff. Mikrofazies-Typus Ri 9 der obertriadischen Riffkalke. Dachstein-Kalk: Kleiner Gosaugletscher, Gosaukamm, Oberösterreich. 4×. — Algen-Biosparit mit zahlreichen Codiaceen-Thalli. — Schliff 28.
- Fig. 4: Dünnschliff. Mikrofazies-Typus Ri 9 der obertriadischen Riffkalke. Dachstein-Kalk: Kleiner Gosaugletscher, Gosaukamm, Oberösterreich. 4×. — Algen-Biosparit mit großen Codiaceen-Thalli und Foraminiferen (Labyrinthinen, *Angulodiscus*). — Schliff 24.



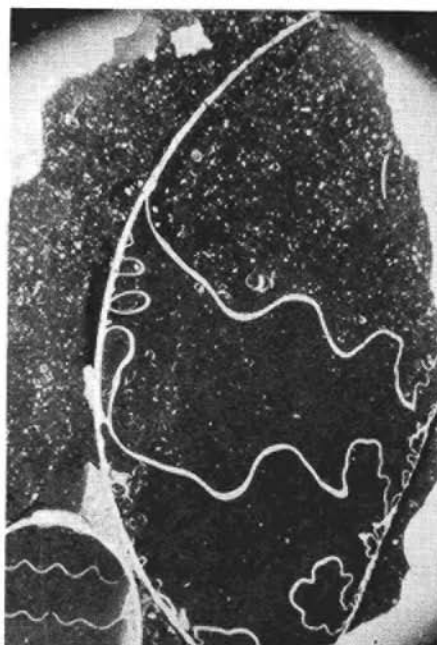
1



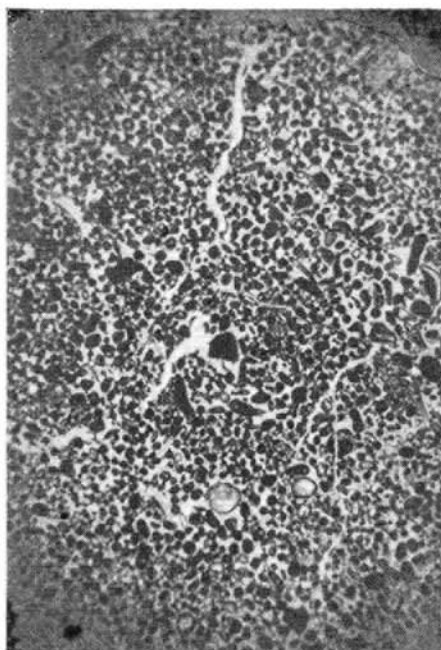
2



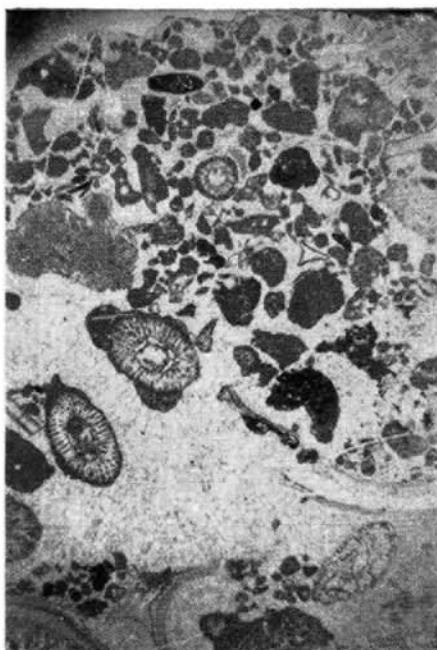
3



4

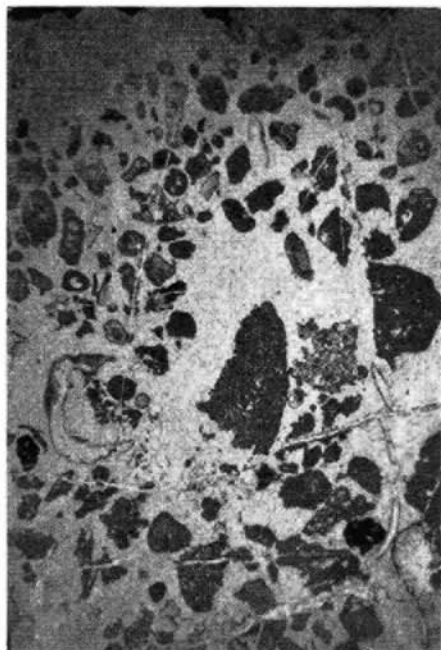


1

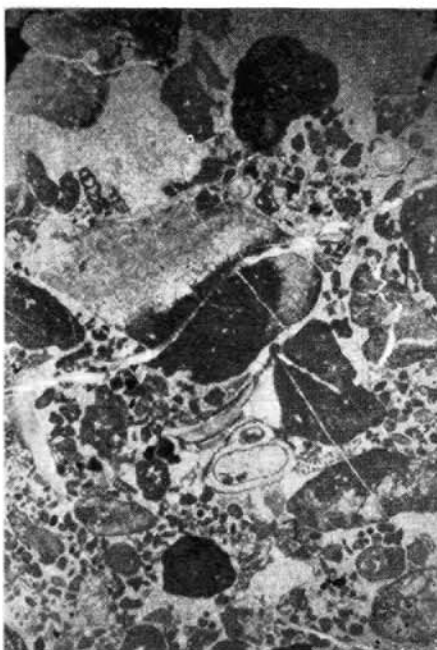


2

3



4



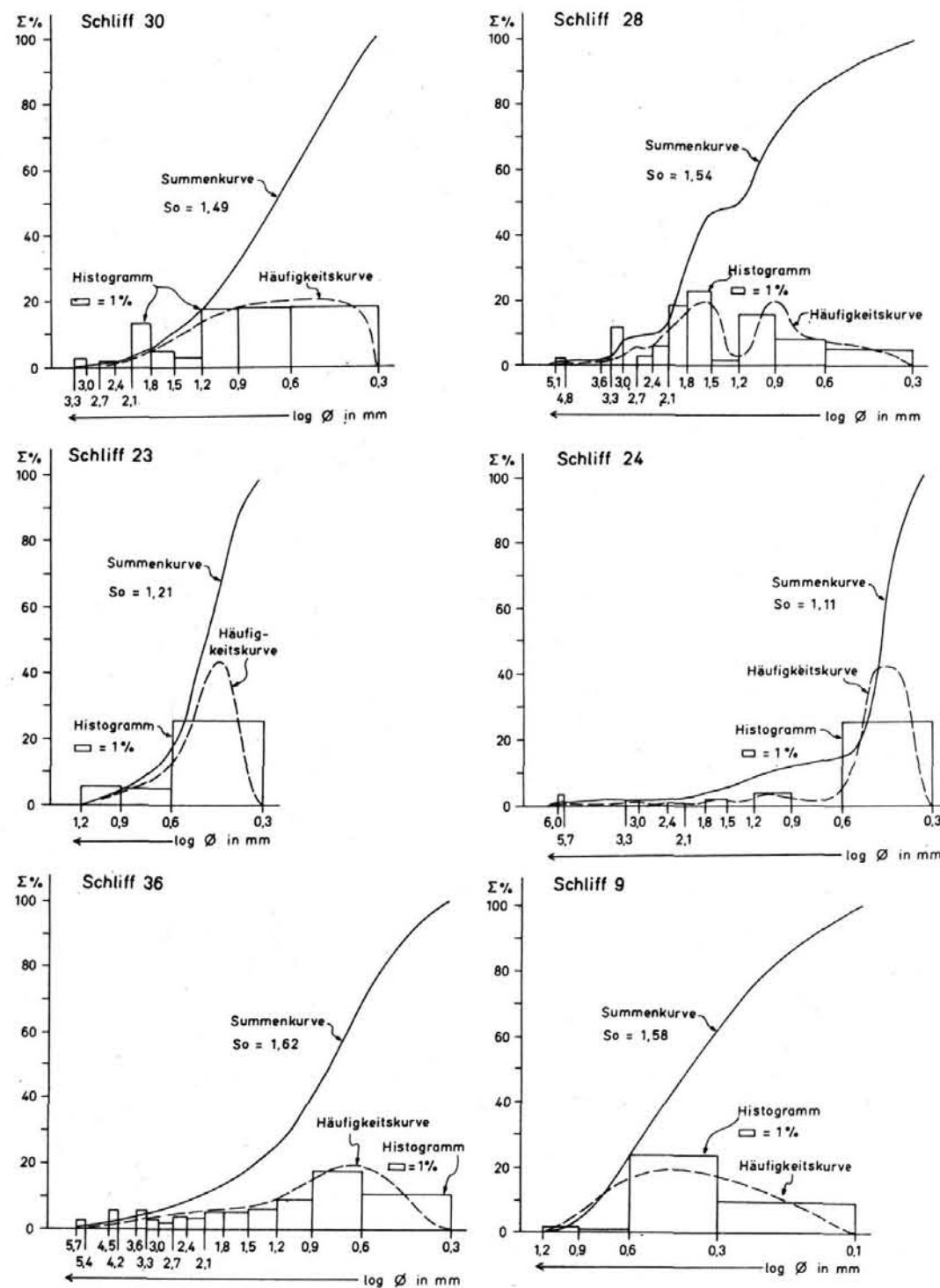


Fig. 1: Sortierung von Biogenen und Interklasten im Dachsteinriffkalk des Kleinen Gosaugletschers, Dachsteingruppe, Oberösterreich. Abszisse: größter scheinbarer Durchmesser der Komponenten im Schliff; Ordinate: Summenprozente. Verschiedenartige Sortierung der Komponenten z. T. abhängig von der Korngröße.

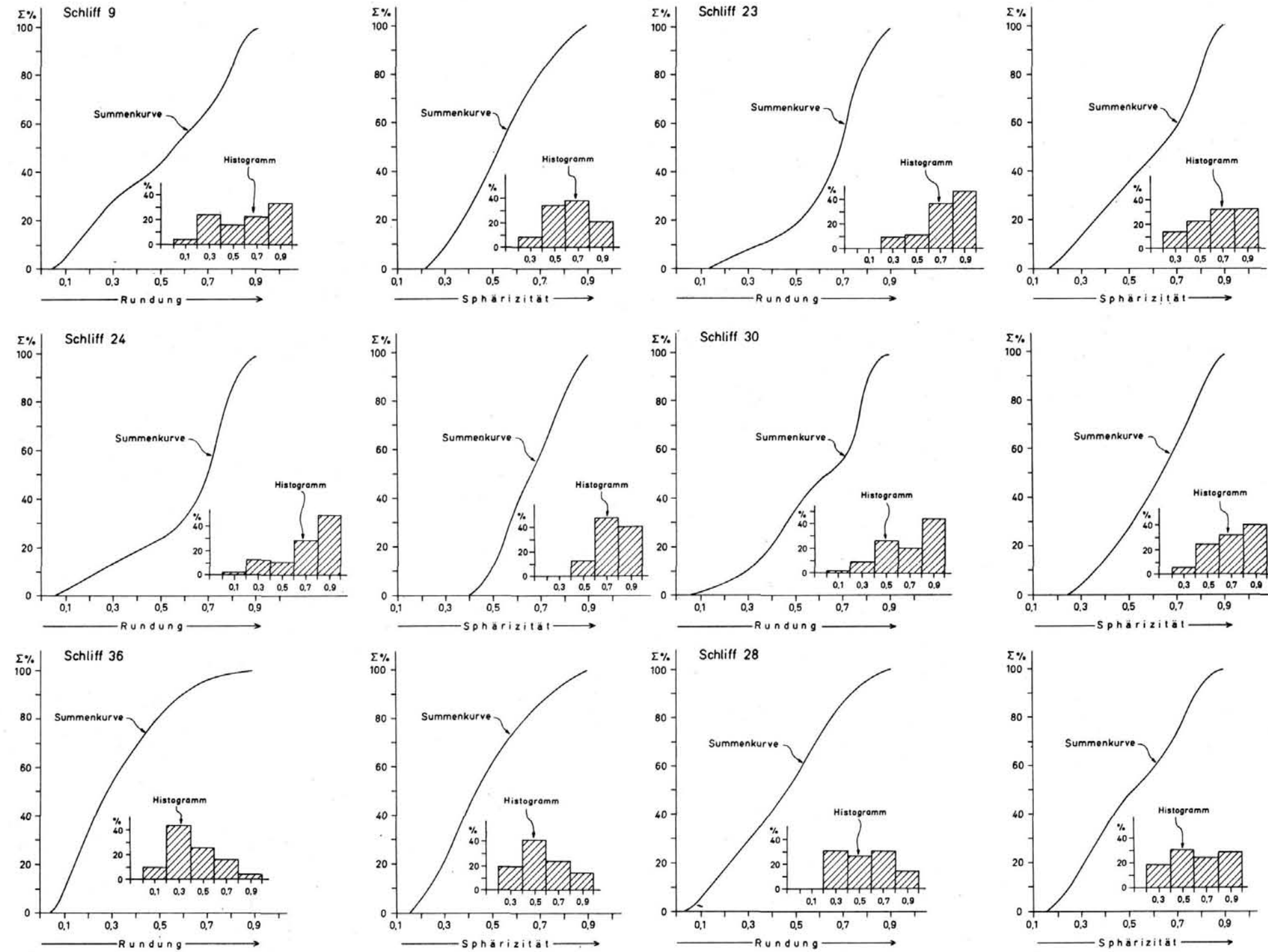


Fig. 2: Rundung und Sphärizität von Biogenen und Interklasten, geschätzt nach dem Vergleichsschema von KRUMBAIN & SLOSS (1955). Dachsteinriffkalk des Kleinen Gosaugletschers, Dachsteingruppe, Oberösterreich. Pro Schliff 100 Körner. Ungleichmäßige und im allgemeinen geringe Rundung und Sphärizität.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt](#)

Jahr/Year: 1963

Band/Volume: [106](#)

Autor(en)/Author(s): Flügel Erik (Horst Wolfgang)

Artikel/Article: [Zur Mikrofazies der alpinen Trias 205-228](#)