

FORSCHUNGSERGEBNISSE IM OST- UND SÜDALPINEN PERM

Die Bellerophonschichten der Reppwand (Gartnerkofel) (Oberperm, Karnische Alpen)

Untersuchungen zur Fazies und Geochemie

Von Werner BUGGISCH

(Mit 5 Abbildungen, 1 Tabelle und 1 Tafel)

EINLEITUNG

Die mittel- bis oberpermischen Grödener und Bellerophon-schichten des Naßfeld—Gartnerkofel-Gebietes sind im Gegensatz zu den älteren permischen Schichtenfolgen bisher kaum eingehend bearbeitet worden (KAHLER & PREY 1963). Für die vorliegenden Untersuchungen wurden die Bellerophonschichten der Reppwand genau profiliert und beprobt. Die Einzelproben wurden derart ausgewählt, daß sie lithologisch homogene Profilabschnitte möglichst gut repräsentieren (Lage und Bezeichnung der Proben siehe lithologisches Profil der Taf. 1).

ARBEITSMETHODE

Von den Gesteinsproben wurden zum einen Dünnschliffe für mikrofazielle Studien angefertigt, zum anderen wurden etwa 200 g der vorgebrochenen Probe zur Gewinnung geochemischer Daten analysenfein gemahlen, ferner wurde ein Teil jeder Gesteinsprobe in Ameisensäure gelöst und auf Conodonten untersucht.

Die chemischen und mineralogischen Analysenergebnisse konnten auf folgende Weise gewonnen werden:

Der in 1 n HCl unlösliche Rückstand wurde gravimetrisch ermittelt. Kalzit und Dolomit konnten direkt aus dem Gesteinspulver durch Röntgendiffraktometer-Aufnahmen an texturfreien Präparaten aus dem Verhältnis der Peak-Flächen berechnet werden. Zur Identifizierung der Tonminerale mußten die Dolomite in 0,1 n HCl aufgelöst werden. Der Rückstand wurde säurefrei gewaschen und in wässriger Aufschlämmung mit einer Pipette auf einen Objektträger gebracht. Nach dem Trocknen dienten die so gewonnenen Texturpräparate der röntgenographischen Bestimmung mit einem Philips-Röntgendiffraktometer (Cu-K α -Strahlung).

Zur Bestimmung von Sr, Fe, Mn, Cu und Zn wurde je 1 g Substanz in konzentriertem HCl gelöst. Anschließend wurden die Proben mit HClO₄ auf dem Sandbad eingedampft und nach Verdünnung auf 100 ml mit der Atom-Absorptionsanalyse direkt oder nach weiterer Verdünnung aus der perchlorsauren Lösung bestimmt.

Fazielle und geochemische Merkmale

Die in der Reppwand etwa 250 m mächtige Schichtenfolge der Bellerophondolomite beginnt über den hier außerordentlich karbonatreichen und feinklastischen Grödener Schichten mit einer Wechselagerung von fossilfreien mikritischen Dolomiten mit dolomitischen Mergeln (etwa 1 m).

Darüber folgen 3,50 m überwiegend gelbliche Rauh w a c k e n (Probe Gr. 59). Sulfate sind heute analytisch nicht mehr nachweisbar, das zellige Gefüge der Rauh w a c k e n zeigt aber deutlich primär vorhandenen Gips oder Anhydrit an. Die karbonatische Komponente dieser evaporitischen Sedimente besteht auch heute noch zum großen Teil (bis über 80 %) aus Kalzit, während die nicht salinar beeinflussten Karbonate fast völlig dolomitisiert sind. Offensichtlich hat der CaSO₄-Gehalt bei der Dolomitisierung konservierend auf die Karbonate gewirkt (vgl. auch die Proben B 2, B 4, Be 10 und Be 11). Ferner zeichnen sich die Rauh w a c k e n -Horizonte durch gegenüber der übrigen Schichtenfolge deutlich erhöhte Sr-Gehalte aus.

Die Ton- und Glimmerminerale, die in den Bellerophonschichten der Reppwand nachgewiesen werden konnten, sind Illit/Serizit und Chlorit. Gerade der Chlorit kann nach Vergleichen mit den Grödener Schichten in Südtirol, in denen er verstärkt in gipshaltigen Lagen auftritt, als fazieskritisches Mineral angesehen werden. Chlorit ist daher hier ein Indikator für erhöhte Salinität. In den als Rauh w a c k e n angesprochenen Schichten erreicht der Chloritgehalt 20 % bis über 50 % der Ton- und Glimmerminerale, während in den höheren Teilen der Bellerophondolomite ausschließlich Illit/Serizit nachgewiesen werden konnte.

Geländebefunde, Kalzit-, Chlorit- und Sr-Gehalte weisen demnach deutlich auf Evaporite in den tiefsten Teilen der Bellerophonschichten aus der Reppwand hin.

Die basalen Rauh w a c k e n (3,50 m) werden von 80 cm dunkelgrauen, dünnbankigen (10—20 cm) bituminösen Dolomiten überlagert. Hierauf folgen 5 m bituminöse dolomitische Mergel mit Dolomitknollen und -bänken. Bituminöse Sedimente im Gefolge einer Transgression sind eine häufige Erscheinung (z. B. Kambrische Alaunschiefer, Liegende Alaunschiefer [Unterkarbon], Kupferschiefer). Im Gegensatz zum Kupferschiefer konnten aber signifikant erhöhte Spurenmetallgehalte hier nicht nachgewiesen werden.

Über den bituminösen Sedimenten wurden knapp 15 m dünnbankige bis plattige, z. T. mergelige Dolomite abgelagert. Im Bereich der Proben Gr. 63—71 konnten im Dünnschliff Kleinforaminiferen, Gastropoden, Ostrakoden und Bioturbation in "intraclast dolomit grainstones" (DUNHAM 1962) beobachtet werden. Ferner wurden in der Schwerefraktion des in Ameisensäure unlöslichen Rückstandes kleine spitzkonische Phosphatreste gefunden, die eventuell als Conodonten gedeutet werden können. Im höheren Teil (ab Probe Gr. 75) weisen erhöhte Chloritgehalte auf ein Ansteigen der Salinität hin.

Die folgenden 15 m des Profils (B 2 bis B 11) bestehen aus Rauhacke-Horizonten mit zwischengelagerten dünnbankigen und knolligen Dolomit- und Mergellagen. Auch hier kamen (entsprechend den Kriterien der Probe Gr. 59) evaporitführende Sedimente zur Ablagerung. Eingeschaltete violettrote Mergel (Probe B 7) deuten sogar auf festländischen Einfluß in diesem Schichtpaket hin.

Die hangenden, 31 m mächtigen hellgrauen Dolomite (B 12 bis B 8) sind im unteren Teil plattig, im oberen Teil dagegen bankig (10 bis max. 150 cm) ausgebildet. Im Schliff sind folgende Faziestypen zu erkennen (vgl. DUNHAM 1962): Zum überwiegenden Teil wird dieser Abschnitt der Bellerophondolomite von foraminiferenführenden "intraclast dolomit grainstones" auf-

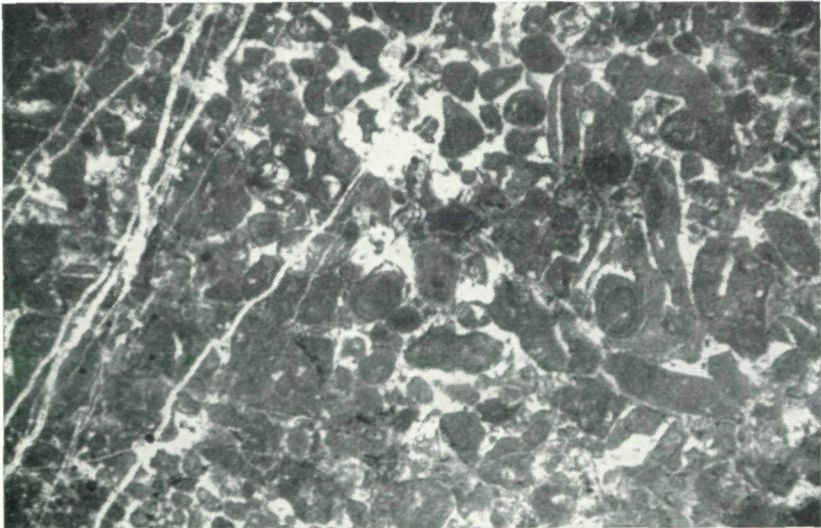


Abb. 1: Ooidführender "coated-grain packstone" (DUNHAM 1962) aus dem unteren Drittel der Bellerophondolomite (Probe B 20, Reppwand, Dünnschliffaufnahme, Bildbreite = etwa 5 mm).

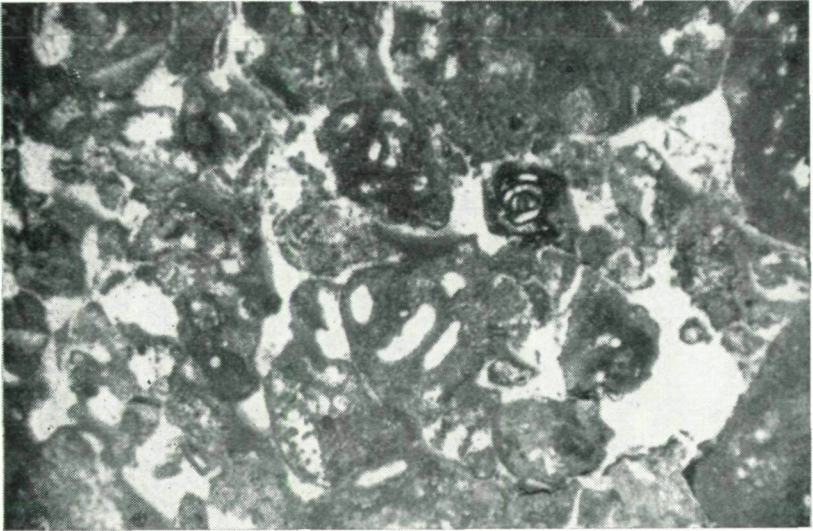


Abb. 2: Intraklastischer „foraminiferal dolomit grainstone“ aus der algen- und foraminiferenführenden Bankfazies im unteren Drittel der Bellerophon-schichten (Probe Be 2, Reppwand. Dünnschliffaufnahme, Bildbreite = etwa 5 mm).

gebaut. Die Intraklaste bestehen aus aufgearbeiteten Algenmatten-Foraminiferen-Konsortien, untergeordnet auch aus „ostracod mudstones“. Ferner treten ooidführende „coated-grain dolomit grainstones“ bzw. „packstones“ auf (Abb. 1, Proben B 18 und B 20). Einige Bänke bestehen fast ausschließlich aus Fossilien (Abb. 2) und sind als „coated-foraminiferal dolomit grainstones“ anzusprechen. Folgende Faunen- und Florenggruppen sind vertreten (vgl. Taf. 1. Die Häufigkeit wird durch die Anzahl der Fossilsymbole dargestellt. Es bedeutet: Ein Zeichen = vorhanden, zwei Zeichen = häufig, drei Zeichen = gesteinsbildend):

Kleinforaminiferen: Endothyraea, Ammodiscidae, *Aeolisaccus* ELLIOTT
 Dasycladaceen mit Sporangien (*Atractyliopsis* PIA)
 Gastropoden
 Ostrakoden und Radiolarien
 Bioturbation

Über den algen- und foraminiferenführenden intraklastischen Dolomiten, die auf bewegtes Flachwasser hindeuten, folgen etwa 100 m meist dickbankige (50—300 cm) und massige (bis 6 m) hellgraue Dolomite. Diese bestehen, soweit sie nicht durch die Dolomitisierung sparitisiert sind, zum überwiegenden Teil aus „ostracod and radiolarian dolomit wackstones“. Die Ostrakoden sind z. T. zweiklappig erhalten (Abb. 3), in den Radiolarien

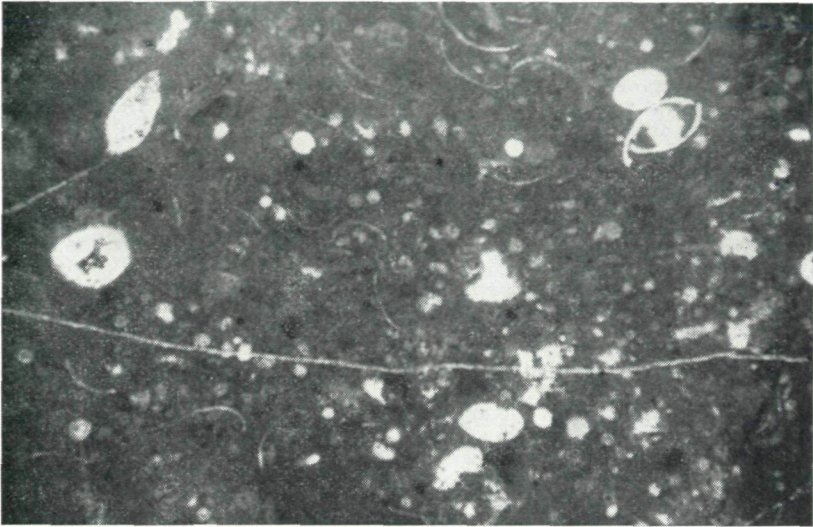


Abb. 3: „Ostracod and radiolarian dolomit mudstone“ mit z. T. doppelklappig erhaltenen Ostrakoden aus der Mitte der Bellerophondolomite (Probe Be 37, Reppwand. Dünnschliffaufnahme. Bildbreite = etwa 5 mm).

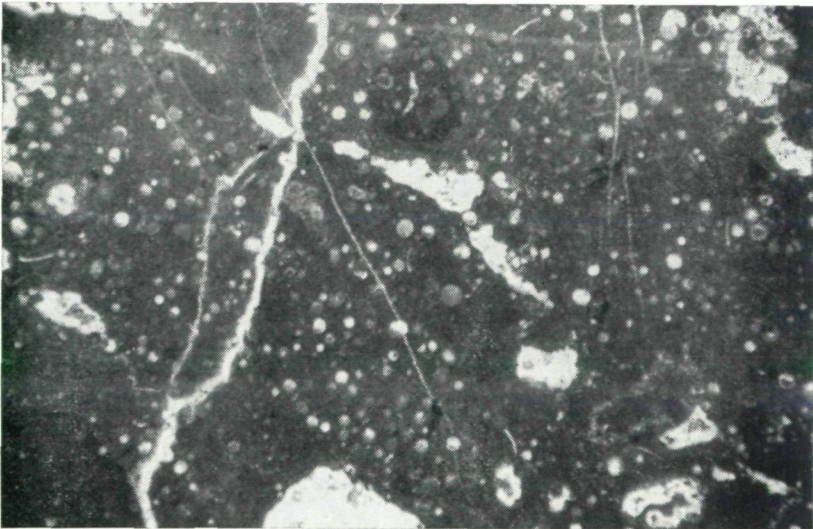


Abb. 4: „Radiolarian dolomit mudstone“ mit fossilen Wasserwaagen aus der Mitte der Bellerophonschichten (Probe 38, Reppwand. Dünnschliffaufnahme. Bildbreite = etwa 5 mm).

finden sich fossile Wasserwaagen (Abb. 4). Die Schalen liegen meist in einer mikritischen bzw. mikrosparitischen Matrix, die häufig stark durchwühlt ist (Bioturbation). Selten sind die "wackstones" zu Intraklasten aufgearbeitet. Ebenso treten untergeordnet auch Kleinforaminiferen und *Atractyliopsis* P1A auf. Insgesamt dürfte dieser Teil der Schichtenfolge unter stillem Flachwasser abgelagert worden sein.

Der höchste Teil der Bellerophondolomite ist durchwegs so stark sparitisiert, daß die mikrofazialen Merkmale fast völlig ausgelöscht sind. Nur in zwei Schlifften konnten Schille von Lamellibranchiaten-(od. Brachiopoden-)Schalen schemenhaft beobachtet werden. Zur Faziesinterpretation müssen hier daher andere Merkmale herangezogen werden.

- a) Die Dolomite sind meist gut gebankt (10—70 cm).
- b) Der Gehalt an Rückstand liegt in diesem meist dünnbankigen Profilteil im Durchschnitt bei 9,4 Gew.-%. Die unterlagernden Stillwasserdolomite enthalten im Mittel nur 2,3 Gew.-% Rückstand (0,4—7,1 %). Ähnlich sind dagegen wieder die Rückstandsgehalte der unter bewegtem Flachwasser abgelagerten Dolomite (etwa 8 Gew.-%) im unteren Profilabschnitt.
- c) Im Bereich der Proben Be 45 bis Be 48 treten *Conodonten* (Bruchstücke von Astypen) auf.

Bankung, Rückstand und Schill-Lagen deuten an, daß die höchsten Teile der Bellerophonschichten in bewegtem Wasser abgelagert wurden, das Auftreten von *Conodonten* weist auf eine freie Verbindung zum offenen Meer hin.

Ungewöhnliche Spurenelementgehalte konnten in den Bellerophondolomiten der Reppwand nicht gemessen werden. Vielmehr liegen die Cu-Werte (2—20 ppm, max. 50 ppm) und Zn-Gehalte (20—100 ppm, max. 120 ppm) durchaus im Rahmen des üblichen.

Eisen und Mangan gehen im Trend deutlich mit dem Rückstand zusammen. Im Detail zeigen sie dagegen besonders im unteren Profilabschnitt eine negative Korrelation. Das bedeutet, daß Fe und Mn zwar gemeinsam mit der klastischen Komponente in den Sedimentationsraum transportiert wurde; während die Fe-Gehalte durch den Karbonatanteil jedoch verdünnt werden, ist Mn teilweise an die dolomitische Komponente gebunden.

Deutung der Faziesentwicklung

Das über die kontinentalen (?) Grödener Schichten transgredierende flache Meer hinterließ an der Basis der Bellerophonschichten

Taf. 1: Profilsäule durch die Bellerophonschichten der Reppwand mit den mikrofazialen und geochemischen Daten.

Mikrofazies

hängend:
Werfener
Schichten

Rückstand +Dolomit +Kalzit

Strontium

Chlorit

Eisen (+) und Mangan (+)

Kupfer (+) und Zink (+)

10 20 30 40 50 60 70 80 90%

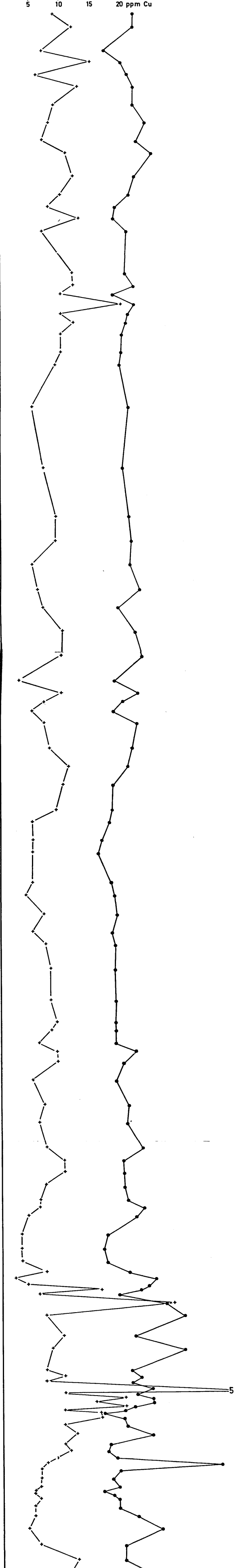
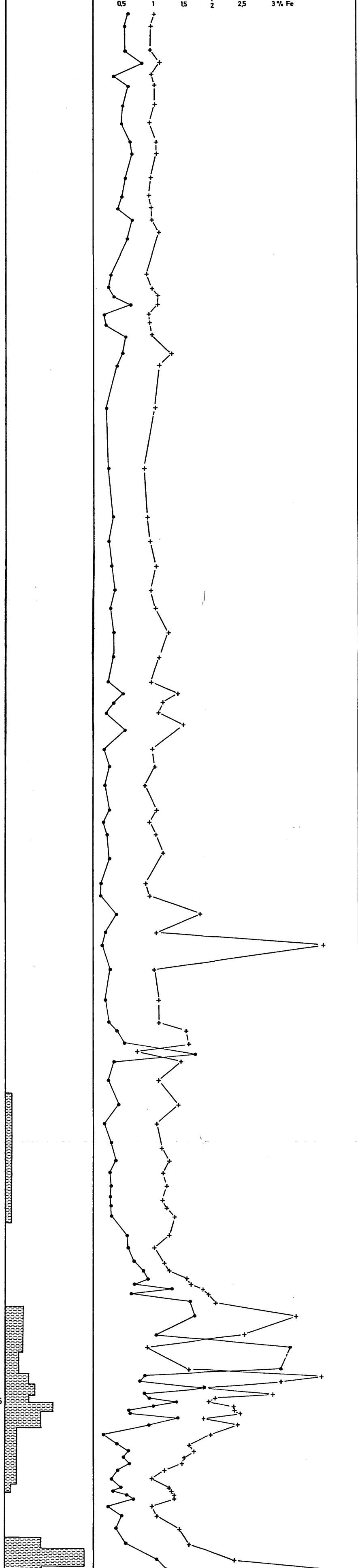
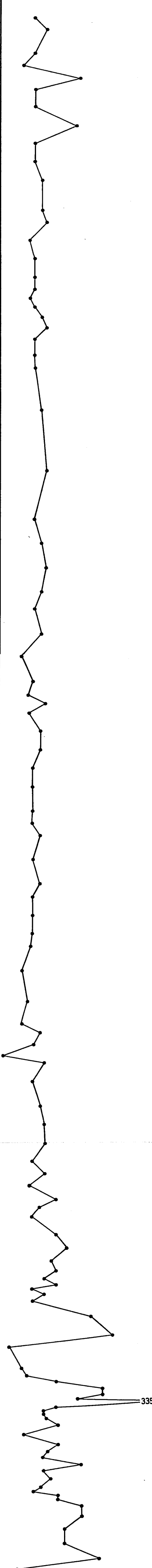
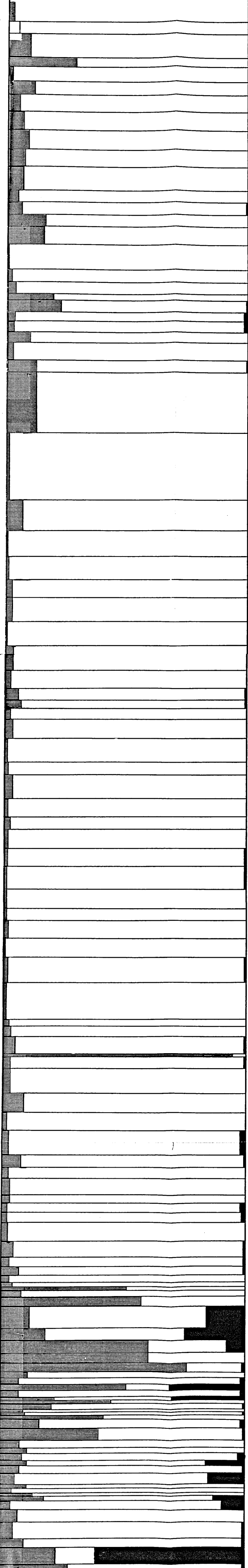
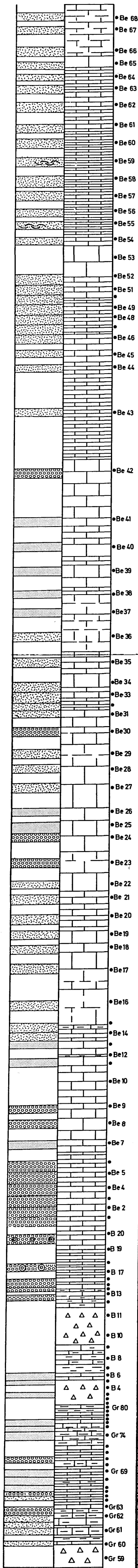
50 100 150 200 250 ppm Sr

10 30 50 %

0 100 200 300 400 500 600 700 800 ppm Mn
0.5 1 1.5 2 2.5 3% Fe

5 10 15 20 30 40 50 60 80 100 ppm Zn

- Kleinfamiferen
- "
- Ostrakoden
- Radiolarien
- Dasycladaceen
- Gastropoden
- Bioturbation
- Conodonten?
- Conodonten
- Schill-Lagen
- Sparit
- Mikrosparit / Mikrit
- Intraklaste
- Ooide



liegend:
Grädener
Schichten

Legende
zur Lithologie

Höhenmaßstab
10 m

- Rauhwacken
- Ton
- toniger Dolomit
- Dolomit, massig
- Dolomit, dickbankig
- Dolomit, dünnbankig

evaporitische Sedimente, die heute als kalkig-dolomitische Rauh-
wacken vorliegen (Abb. 5). Diese ehemals gipsführenden Schichten
werden infolge der fortschreitenden Transgression von dunkelgrauen
bituminösen Dolomiten überlagert. Aufarbeitungshorizonte mit
Intraklasten, Foraminiferen, Ostrakoden und Gastropoden weisen
auf euhalines Flachwasser während der folgenden Sedimentationszeit
hin. Die Transgression der Bellerophonschichten hat einen ersten
Höhepunkt erreicht.

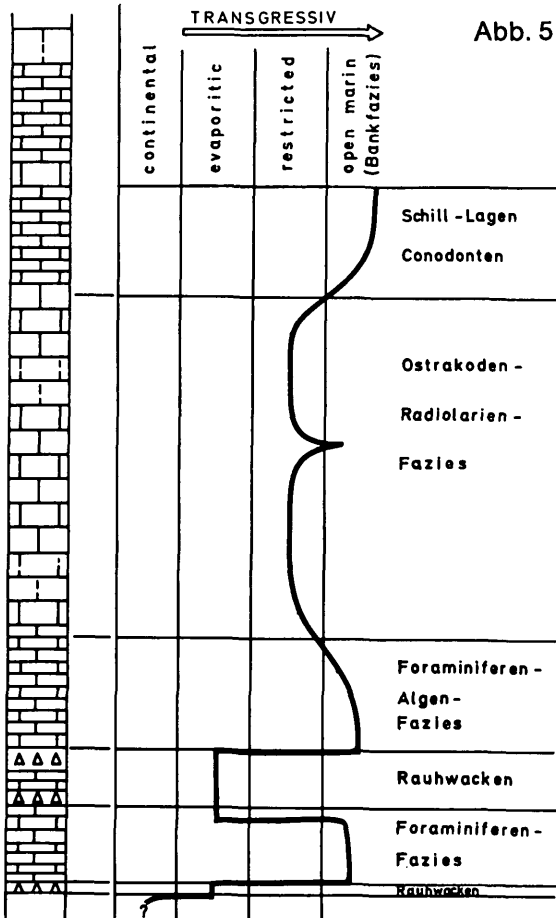


Abb. 5: Die Entwicklung der 250 m mächtigen Bellerophonschichten in der Reppwand (Gartnerkofel).

Doch schon im höheren Teil dieser Dolomitfolge deuten zunehmende Chloridgehalte ein Anwachsen der Salinität an. Es folgt eine evaporitführende Serie mit Rauhewacken, Dolomiten und kontinental beeinflussten (?) Mergeln.

Im Hangenden treten erneut Flachwasserkarbonate mit Intraklasten, Ooiden, Foraminiferen und Dasycladaceen auf (open marin, Bankfazies). Sie zeigen einen neuen Höhepunkt in der Transgression des oberpermischen Meeres an. Dickbankige bis massige, vorwiegend ostrakoden- und radiolarienführende, rückstandsarme Dolomite, die die Flachwasser-Karbonate überlagern, werden einer restriktiven Stillwasserfazies zugeordnet.

Erst im oberen Abschnitt der Bellerophonschichten setzen wieder bankige Dolomite mit Conodonten und Schill-Lagen ein, die bei freier Verbindung mit dem offenen Meer in bewegtem Wasser abgelagert wurden.

Stellung des Reppwandprofils im Faziesraum der Bellerophonschichten

Über zahlreiche Darstellungen von Einzelprofilen hinaus wurde der Faziesraum der südalpinen Bellerophonschichten von ACCORDI (1959), ACCORDI & BROGLIO LORIGA (in LEONARDI 1967) und BOSELLINI & HARDIE (1973) umfassend bearbeitet. ACCORDI (1959) unterschied im Südtiroler Raum zwischen einer randlich-lagunären SW-Fazies (Fleimser Fazies = facies fiammazza) mit geringmächtigen, aber wenig differenzierten Dolomit/Gips-Serien und einer mächtigeren, besser gegliederten, lagunär-neritischen NE-Fazies (badiotische Fazies = facies badiotica)*.

BOSELLINI & HARDIE (1973) betrachteten die Bellerophonschichten der Südalpen unter dem Aspekt von marinen marginalen Evaporiten. Sie deuten die zyklischen Sequenzen in den evaporitischen Sedimenten als Ablagerung eines flachen „lagoon-sabkha“-Komplexes.

In Tab. 1 ist der Versuch unternommen worden, die Bellerophondolomite der Reppwand aufgrund fazieller Merkmale mit der Abfolge in der badiotischen Fazies ACCORDIS zu parallelisieren. Der Vergleich zeigt, daß die oberpermische Schichtenfolge in den Karnischen Alpen weniger Evaporite enthält als in Südtirol. Vielmehr macht sich hier der Einfluß des offenen Meeres fast immer bemerkbar, so daß folgende Faziesreihe aufgestellt werden kann: Festland — Fleimser Fazies — Badiotische Fazies — Reppwand-Fazies — offenes Meer.

* Nach dem Val Badia (Abteital) benannt.

Tabelle 1: Vergleich der Bellerophonschichten Südtirols und der Reppwand.

Badiotische Fazies B. ACCORDI (1959)		Reppwand/Gartnerkofel
darüber Werfener Schichten		
Bellerophon-Schichten	dünnbankige (10—15 cm) Mergel und Kalke mit Lamellibranchiaten, Brachiopoden, Algen	gebankte schill- und conodontenführende Dolomite
	gebankte (20 cm) bituminöse Kalke mit Ostrakoden, Foraminiferen, Algen u. a.	Ostrakoden-Radiolarien-Fazies
	Rauhacken mit Kalken (Algen, Foraminiferen, Echinodermenfragmente) bituminöse Mergel mit Foraminiferen, Ostrakoden, Algen (<i>Atractyliopsis</i> sp.)	Foraminiferen-Algen-Fazies
	Untere gipsführende Serie	Rauhacken Foraminiferen-Fazies Rauhacken
darunter Grödener Schichten		

DANK

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft unterstützte die Untersuchungen durch eine Beihilfe (Projekt Bu 312/1—2). Herrn Professor Dr. E. FLÜGEL (Erlangen) danke ich für anregende Diskussionen.

ZUSAMMENFASSUNG

Die 250 m mächtigen Bellerophondolomite der Reppwand werden mikrofaziell und geochemisch untersucht. Aufgrund der biofaziellen (Foraminiferen, Algen, Ostrakoden, Radiolarien, Conodonten), geochemischen (Rückstand, Kalzit, Dolomit, Chlorit, Strontium) und lithologischen (Gesteinstyp, Bankung) Merkmale wird folgende Entwicklung des Oberperms im Reppwandprofil angenommen:

Das Bellerophon- Meer transgrediert über die Grödener Schichten mit basalen Evaporiten und bituminösen Dolomiten. Foraminiferenführende intraklastische Dolomite zeigen einen ersten Höhepunkt der Transgression an, werden jedoch wieder von Rauhacken abgelagert. Die folgenden bankigen foraminiferen- und algenführenden "intraclast grainstones" sind dem Banktyp (open marin) zuzuordnen, während die hangenden ostrakoden- und radiolarienführenden "mudstones" auf ein restriktives Milieu hinweisen. Abgeschlossen wird

die Schichtenfolge durch gebankte, schill- und conodontenführende Dolomite (open marin), die infolge der vollständigen Sparitisierung keine weiteren Merkmale erkennen lassen.

L I T E R A T U R

- ACCORDI, B. (1959): Il Permiano superiore delle Dolomiti e le sue relazioni con l'orogenesi ercinica. — *Estudios Geologicos*, 15:1—17.
- BOSELLINI, A., & HARDIE, A. L. (1973): Depositional theme of a marginal marine evaporite. — *Sedimentology*, 20:5—27.
- DUNHAM, R. J. (1962): Classification of carbonate rocks according to depositional texture. — *Amer. Assoc. Petrol. Geol. Mem.*, 1:108—121.
- KAHLER, F., & PREY, S. (1963): Erläuterungen zur Geologischen Karte des Naßfeld—Gartnerkofel-Gebietes in den Karnischen Alpen. — Herausg. Geol. Bundesanstalt, 116 S. Wien.
- LEONARDI, P. (1967): *Le Dolomiti*. — Vol. I, 552 S. Trento.

Anschrift des Verfassers: Dr. Werner BUGGISCH, Geologisch-Paläontologisches Institut, Fachbereich 11, Technische Hochschule, D-61 Darmstadt, Schnittspahnstraße 9.