

# Beitrag zur Mikrofazies, Geochemie und Paläogeographie der Raibler Schichten der östlichen Gailtaler Alpen (Raum Bleiberg – Rubland) und des Karwendel (Raum Lafatsch/Tirol)

VON KARL KRAINER\*)

Mit 9 Abbildungen und 5 Tabellen

Österreichische Karte 1 : 50.000  
Blätter 118, 200

Kärnten  
Tirol  
Raibler Schichten  
Mikrofazies  
Geochemie  
Paläogeographie  
Pb-Zn-Vererzungen

## Inhalt

Zusammenfassung, Summary .....	129
1. Einleitung .....	130
2. Lithologische und mikrofazielle Ausbildung der Raibler Schichten .....	130
3. Paläogeographische Überlegungen .....	133
4. Geochemische Ergebnisse .....	136
4.1. Raum Bleiberg – Rubland .....	136
4.2. Raum Lafatsch .....	140
Dank .....	141
Literatur .....	142

## Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit werden einige mikrofazielle und geochemische Ergebnisse aus den Raibler Schichten, insbesondere aus den Raibler Karbonaten der östlichen Gailtaler Alpen (Bleiberg – Rubland) und des Karwendel (Lafatsch) mitgeteilt. Bezüglich der Mikrofazies bestehen generell keine wesentlichen Unterschiede zwischen den Raibler Karbonaten im Raum Bleiberg – Rubland und jenen im Raum Lafatsch.

Aufgebaut werden die einzelnen Karbonatabfolgen aus flachmarinen Plattformsedimenten, die zum überwiegenden Teil dem Sub- bis Intertidal zugeordnet werden können. Innerhalb dieser flachmarinen Plattform können drei Faziesbereiche ausgegliedert werden, die durch unterschiedliche Strömungsverhältnisse charakterisiert sind.

Geochemisch unterscheiden sich die Raibler Karbonate der östlichen Gailtaler Alpen deutlich von jenen im Karwendel. Im Raum Bleiberg treten innerhalb der Raibler Karbonate häufig (und teilweise abbauwürdig) Pb-Zn-Vererzungen auf. Solche Vererzungen sind dagegen aus den Raibler Schichten des Karwendel bzw. der gesamten Nördlichen Kalkalpen bislang nicht bekannt.

Selbst nichtvererzte Karbonate weisen im Raum Bleiberg höhere Durchschnittswerte an Zn, Fe und Mn auf als in Lafatsch. In den östlichen Gailtaler Alpen wird das Verhalten der Elemente Pb, Zn, Fe, Mn und Sr von Dolomitierungsprozessen gesteuert, die innerhalb der Karbonate der im Karwendel untersuchten Profile fehlen. Dies kommt auch durch ein anderes Verhalten der genannten Elemente im Raum Lafatsch zum Ausdruck.

Die flachmarinen Plattformsedimente der Raibler Karbonate wurden auf einem labilen Schelf abgelagert, der durch eine örtliche, schon im Oberen Wettersteinkalk einsetzende, synsedimentäre Bruchtektonik gekennzeichnet war. Eindeutig belegt werden diese tektonischen Aktivitäten durch das Auftreten von

bis zu mehreren Dekametern mächtigen sedimentären, teilweise vererzten Breccien im Oberen Wettersteinkalk, innerhalb der Raibler Karbonatabfolgen und an der Basis des Hauptdolomits. Auch die großzyklische Abfolge von Karbonat- und klastischer Sedimentation innerhalb der Raibler Schichten ist den synsedimentären tektonischen Aktivitäten und damit verbundenen eustatischen Meeresspiegelschwankungen zuzuschreiben.

## Summary

This paper imparts some results of microfacies analyses and geochemical analyses from the Raibl Beds (Carnian) of the Eastern Gailtal Alps (Bleiberg – Rubland) and Northern Calcareous Alps (Lafatsch, Karwendel).

There are no essential differences in the microfacies between the Raibl Carbonates of Bleiberg – Rubland and Lafatsch.

The carbonate series are built up of shallow-marine platform sediments (sub- and intertidal). Within this platform 3 different facies, based on different current patterns can be distinguished.

With regard to geochemistry there exist clear differences between the Raibl Carbonates of Bleiberg – Rubland and Lafatsch.

In the area of Bleiberg Pb-Zn-mineralizations within the Raibl Carbonates are frequent and sometimes they are mineable. Such mineralizations are unknown within the Raibl Carbonates of the Karwendel (Lafatsch), respectively the whole Northern Calcareous Alps.

Non-mineralized Raibl Carbonates from Bleiberg – Rubland show higher mean values of Zn, Fe and Mn than those from Lafatsch.

In the Eastern Gailtal Alps (Bleiberg – Rubland) the geochemical behaviour of the elements Pb, Zn, Fe, Mn and Sr is mostly controlled by dolomitization. On the other hand the Raibl Carbonates from Lafatsch do not show any widely distributed dolomitization, which is expressed by a quite different geochemical behaviour of the above listed elements.

\*) Anschrift des Verfassers: Dr. KARL KRAINER, Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Innsbruck, Universitätsstraße 4/II, A-6020 Innsbruck.

The shallow-marine platformsediments of the Raibl Carbonates were deposited on an unstable shelf, which was characterized by local synsedimentary fracture tectonics, starting already in the uppermost Wettersteinkalk (Ladinian). These tectonic activities are distinctly exemplified by synsedimentary, partly mineralized and up to some tens of metres thick breccias within the uppermost Wettersteinkalk, within the Raibl Carbonate Series and at the base of the Hauptdolomit (Norian).

The megacyclic sequence of carbonate and clastic sedimentation within the Raibl Beds are put down to this synsedimentary tectonic activities and eustatic sea-level changes attached thereto.

## 1. Einleitung

Die Raibler Schichten der Gailtaler Alpen und auch der Nordtiroler Kalkalpen erweckten schon sehr früh das Interesse der Geologen (WÖHRMANN, 1889, 1893; BITTNER, 1885).

Synonyme Begriffe für Raibler Schichten sind „Carditaschichten“, „Bleiberger Schichten“, „Zirler Schichten“. In der vorliegenden Arbeit soll der gut eingeführte Begriff „Raibler Schichten“, der auch in den neueren Arbeiten über karnische Sedimente verwendet wird, beibehalten werden (ausführliche nomenklatorische Diskussion bei KUEHN, 1962; BECHSTÄDT, 1978 und WARCH, 1979).

Ein Normalprofil der Raibler Schichten in den östlichen Gailtaler Alpen hat erstmals HOLLER (1951) aufgestellt. Nach HOLLER setzen sich dort die Raibler Schichten aus einer Wechselfolge von drei Schieferhorizonten (1., 2. und 3. Schiefer) und drei jeweils darüberfolgenden Karbonatserien (1., 2. und 3. Karbonatabfolge) zusammen. Das Vorhandensein von mindestens drei stratigraphisch verschiedenen Schieferabfolgen innerhalb des Karns war allerdings schon GEYER (1901) bekannt.

Neuere Arbeiten über die Raibler Schichten der Gailtaler Alpen stammen von SCHULZ (1960, 1970), KRAUS (1968, 1969) und von CERNY (1982 a,b). In den westlichen Nördlichen Kalkalpen sind vor allem die Arbeiten von HARSCH (1970), JERZ (1965, 1966) und SCHULER (1968) zu nennen.

Nach dem Bekanntwerden von Pb-Zn-Vererzungen innerhalb karnischer Karbonate führte das zunehmende bergwirtschaftliche Interesse an den Raibler Schichten zu einer intensiven Untersuchung derselben, sowohl im Bereich der Lagerstätte Bleiberg-Kreuth als auch in den alten Pb-Zn-Revieren der Karawanken und der westlichen Nördlichen Kalkalpen.

## 2. Lithologische und mikrofazielle Ausbildung der Raibler Schichten

Die Raibler Schichten der östlichen Gailtaler Alpen und des Karwendel setzen über dem Oberen Wettersteinkalk mit dem 1. Raibler Schiefer ein und bestehen aus einer großzyklischen Abfolge von drei, örtlich auch 4 Schieferserien und jeweils darüber folgenden Karbonatserien. Die Grenzziehung zum hangenden Hauptdolomit erfolgt auf Grund der lithologischen Ausbildung und wird häufig mit der „Hauptdolomitbasisbreccie“ und, wo diese fehlt, mit der „Kalzitzone“ (HOLLER, 1951) gezogen. Die Hauptdolomitbasisbreccie ist auch im Karwendel örtlich zu beobachten.

Auf Grund des bisherigen Fehlens geeigneter Mikrofossilien konnte die stratigraphische Grenze zwischen Raibler Schichten und Hauptdolomit bisher zeitlich nicht fixiert werden. Diese Grenze muß durchaus nicht der zeitlichen Grenze Karn/Nor entsprechen.

Da die einzelnen Schieferserien der Raibler Schichten sowohl in den Gailtaler Alpen als auch in den westlichen Nördlichen Kalkalpen bereits eingehend untersucht worden sind (KRAUS, 1968, 1969; HARSCH, 1970; JERZ, 1965, 1966; SCHULER, 1968), sollen im folgenden nur die einzelnen Karbonatserien bezüglich ihrer mikrofaziellen Ausbildung näher beschrieben werden. Zu diesem Zweck sind in den östlichen Gailtaler Alpen zwischen Bleiberg-Kreuth (Antoni-Einbau) und dem ca. 5 km nördlich davon gelegenen Revier Rubland (Rublandstollen) vier Raibler Profile aufgenommen worden. Weiters wurden im Karwendel im Bereich der Pb-Zn-Lagerstätte Lafatsch einige Raibler Profile untersucht. Zur Lage der Profile siehe Abb. 1 und 3.

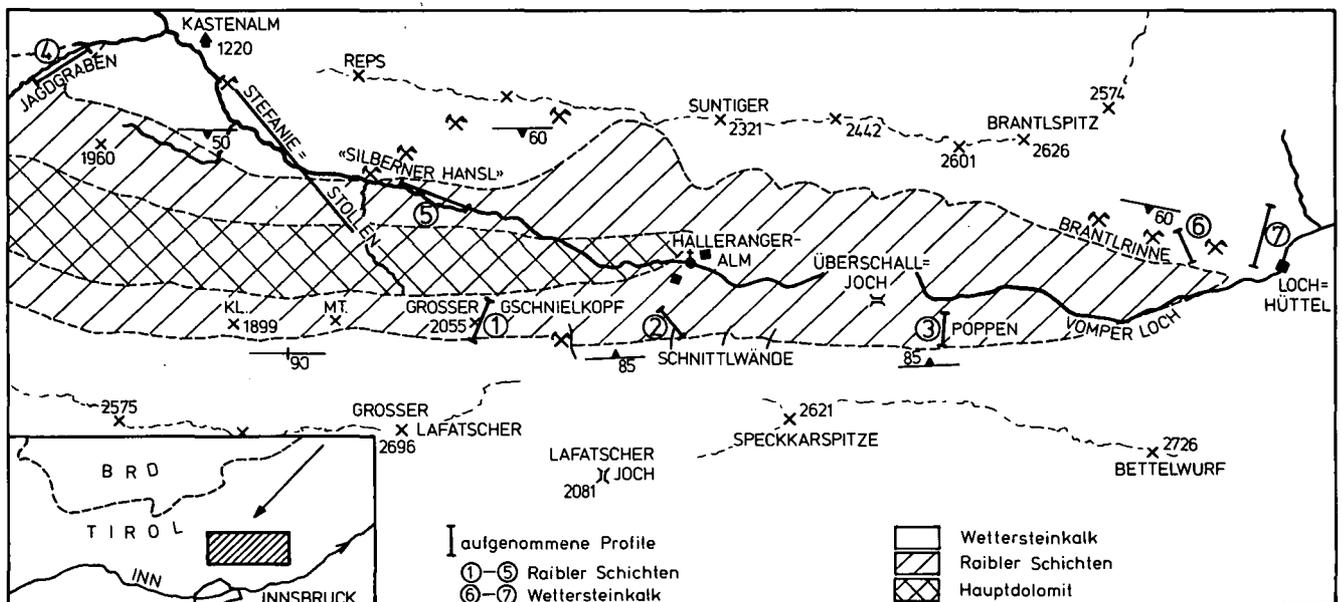


Abb. 1: Geologische Situation und Lage der Profile im Raum Lafatsch (Karwendel).

Die mikrofazielle Untersuchung der einzelnen Karbonatabfolgen der Raibler Schichten zwischen Bleiberg und Rubland (siehe Abb. 3) führt zu folgenden Ergebnissen: bei den Sedimenttypen der einzelnen Karbonatabfolgen handelt es sich durchwegs um flachmarine Plattformsedimente des Sub- und Intertidals (geschlossener Plattformbereich), wobei von S nach N keine nennenswerten Faziesänderungen festgestellt werden konnten (leider wurden die Foraminiferen, die sehr häufig auftreten, nicht bestimmt). Innerhalb dieser flachmarinen Plattform konnten drei Faziesbereiche unterschieden werden, die in den einzelnen Profilen eine azyklische Abfolge hervorrufen:

- Hochenergetischer, flachmariner Faziesbereich in Form von Ooidsandbarren (Ooidfazies) mit sehr geringen Wassertiefen (weniger als 5 m, Intertidal), Fazieszone 6 nach WILSON (1975).
- Mäßig energetischer Bereich mit Pelspariten, Lithoklast-führenden Biospariten („Grapestone-facies“ bzw. Fazieszone 7 und 8 nach WILSON, 1975), Onkolithen und Algenstromatolithen. In diesem Faziesbereich herrschten ebenfalls sehr geringe Wassertiefen. In der Grapestonefazies kam es zur Einschwemmung von Komponenten aus benachbarten Ablagerungsbereichen (Ooide, Pelloide, Rindenkörner). Onkolithe weisen auf Perioden mit stark herabgesetzter Sedimentationsrate und auf sehr flaches, warmes Wasser hin.

- Niedrigenergetischer Bereich („pelleted mud facies“) mit mikritischen Sedimenten (biogenführende Mikrite, Biomikrite und vor allem Pelmikrite) und häufiger Bioturbation. Die relative Artenarmut und der Individuenreichtum dieser Sedimente lassen auf leicht erhöhte Salinität innerhalb dieser Stillwasserbereiche schließen. Ein vereinfachtes Fazieschema für die Raibler Karbonate zeigt die Abb. 2.

Nur selten kam es infolge von Sturmfluten bzw. starken Gezeitenströmungen zur Aufarbeitung des Untergrundes, wodurch die eingeschalteten, geringmächtigen resedimentären Breccienlagen entstanden. Die Wassertiefe betrug maximal wenige Zehnermeter (Subtidal).

Innerhalb der einzelnen Karbonatabfolgen überwiegen Sedimenttypen des Stillwasserbereiches und des mäßig energetischen Bereiches, die Sedimente des hochenergetischen Bereiches können teilweise auch gänzlich fehlen. Während der Sedimentation der einzelnen Karbonatabfolgen herrschten in den zwischen Bleiberg und Rubland aufgenommenen Profilen relativ gleichmäßige Bedingungen vor (flaches Schelfmeer mit Wassertiefen von maximal wenigen Zehnermetern). Dieses flache Meer war durch Untiefen (Ooidsandbarren) noch untergliedert. Im Bereich der Untiefen herrschten starke Strömungsverhältnisse, was zur Bildung der Ooidsande führte. Hinter diesen Barren gab es Bereiche mit mäßiger Zirkulation und Stillwasserbereiche mit den dazugehörigen Sedimenten. Ooidsan-

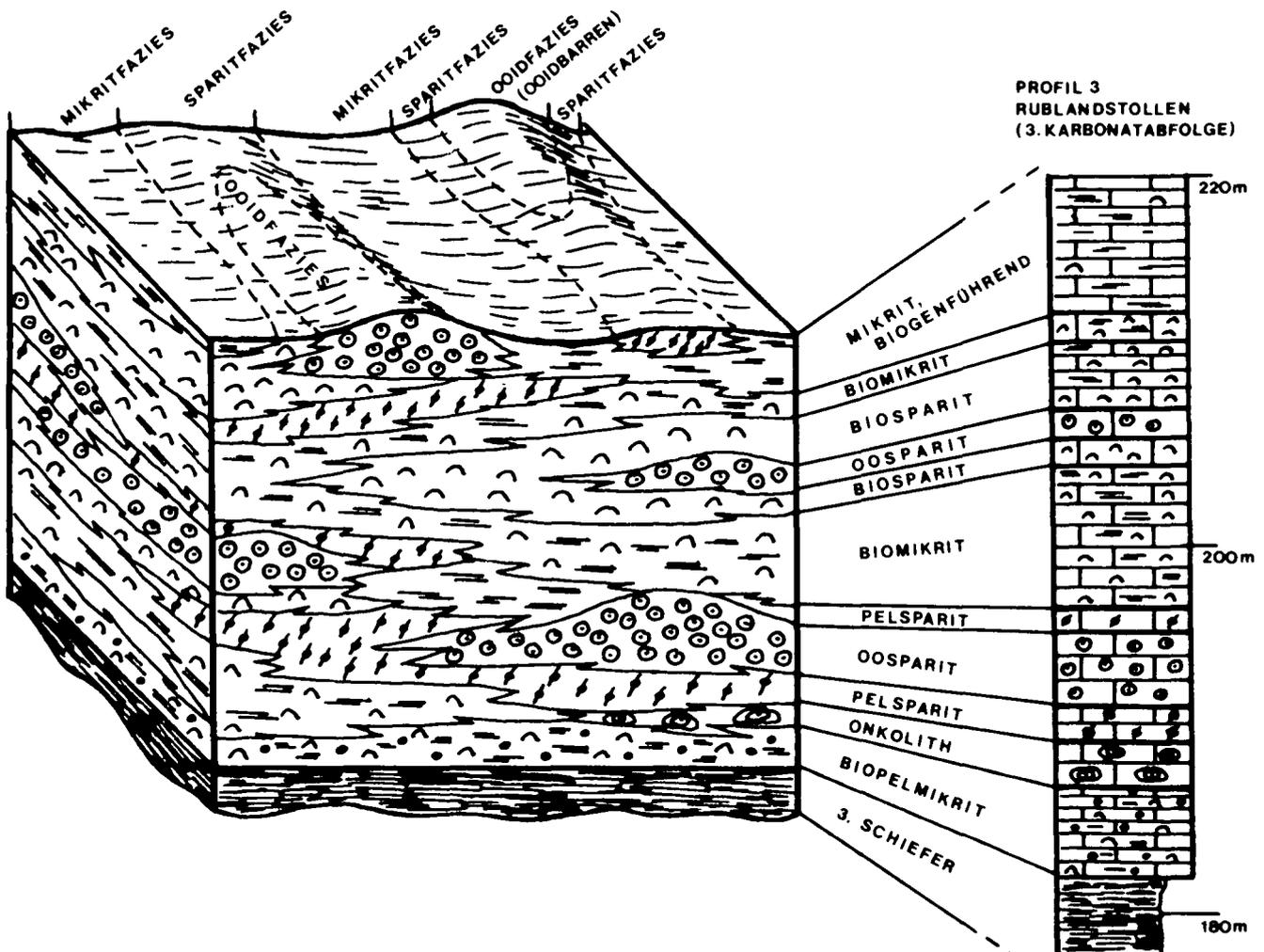


Abb. 2: Vereinfachtes Fazieschema für die Raibler Karbonate (Bleiberg – Rubland). Ooidbarren stark überhöht. (Reliefunterschiede maximal wenige Meter).

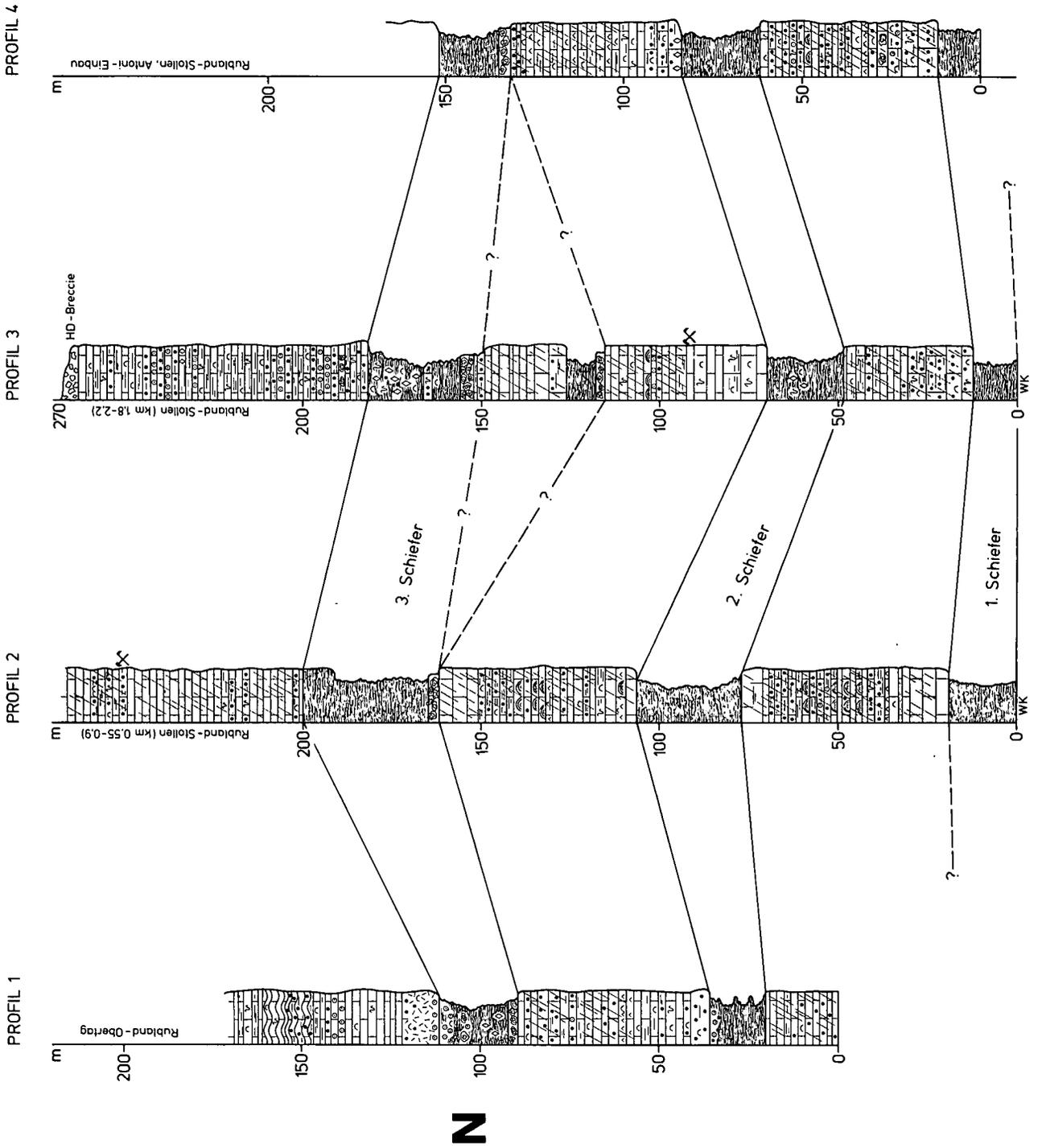


Abb. 3: Raibler Schichten zwischen Antoni und Rubland.

de weisen auch auf die relative Nähe zu einer Küste bzw. auf Auftauchbereiche von Karbonatplattformen, ähnlich wie auf den Bahamas, hin. Auf Grund der Untersuchung der Schüttungsrichtung innerhalb der einzelnen Schiefertonserien ist diese Küste bzw. das Land, das auch während der Karbonatsedimentation vorhanden war, im N bis NW zu suchen (KRAUS, 1968, 1969). Die während der Karbonatsedimentation herrschenden Bedingungen waren jeweils zur Zeit der Sedimentation der einzelnen Schiefertonserien unterbrochen. Zu dieser Zeit herrschten unterschiedliche, z. T. auch etwas tiefere Ablagerungsbedingungen, und es kam zu einer stärkeren Einschüttung von terrigenem Material. Als Ursachen für diese Änderungen der Ablagerungsbedingungen werden Bewegungen des Untergrundes oder eustatische Meeresspiegelschwankungen angenommen (BECHSTÄDT, 1978).

Kennzeichnend für den Bleiberger Raum ist, daß Foraminiferen innerhalb der Schiefer sehr selten und außerdem kleinwüchsig sind, was auf relativ schlechte Lebensbedingungen, zumindest für Foraminiferen, innerhalb der Schiefer hinweist. Dagegen führen z. B. die Raibler Schiefer im zentralen Karwendel oder auch in den Nordkarawanken häufig massenhaft normalwüchsige Foraminiferen. Dort herrschten weitaus bessere Lebensbedingungen. (Frdl. mündl. Mitt. von Doz. Dr. W. RESCH, Innsbruck).

Die fazielle Ausbildung der Raibler Karbonatabfolge wie sie uns in den zwischen Bleiberg und Rubland (Rublandstollen) aufgenommenen Profilen entgegentritt, ist jedoch nicht in den gesamten östlichen Gailtaler Alpen vertreten. Sowohl in N-S als auch in E-W Profilen treten innerhalb der Raibler Karbonate stärkere fazielle Unterschiede auf.

Charakteristisch für den Raum Bleiberg-Kreuth ist das örtliche Auftreten von synsedimentären, bis zu mehrere Zehntermetern mächtigen und teilweise stark vererzten Breccien im hangendsten Wettersteinkalk, in der 1. und 3. Raibler Karbonatabfolge und an der Basis des Hauptdolomits (= Hauptdolomitbasisbreccie, im Bereich Mitterberg westlich von Bleiberg stellenweise ebenfalls vererzt). Eine ausführliche Beschreibung dieser synsedimentären Breccien und der damit verbundenen Pb-Zn-Vererzungen („Breccienvererzungen“) gibt SCHULZ (1960, 1973, 1975, 1977).

Die unterschiedliche Faziesentwicklung innerhalb der 3. Raibler Karbonatabfolge in den östlichen Gailtaler Alpen und den Karawanken und die darin auftretenden Vererzungen hat jüngst CERNY (1982a) beschrieben. Aus dem Raum Förolach, ca. 5 km östlich von Hermagor im Gailtal, konnte CERNY (1982b) eine N-S-gerichtete Faziesdifferenzierung innerhalb der Raibler Karbonate mit dolomitisierten Flachwassersedimenten im N und kalkigen Lagunensedimenten im S nachweisen. Örtlich treten innerhalb der 3. Raibler Karbonatabfolge auch mächtige, teilweise vererzte Rauhewacken auf (Tschekelnock, Windisches Alpl W Bleiberg und Heiligengeist E Bleiberg), allerdings ist die Genese der Rauhewacken noch nicht geklärt.

Im Raum Lafatsch (Karwendel) sind innerhalb der einzelnen Karbonatabfolgen im wesentlichen dieselben Mikrofaziestypen wie in den östlichen Gailtaler Alpen zu beobachten. Auch hier überwiegen mikritische Sedimenttypen, besonders die hangendste Karbonatabfolge ist fast durchwegs mikritisch ausgebildet. Sedimentäre Breccien und Rauhewacken sind ebenfalls zu beobachten, doch ist über ihre Verbreitung noch wenig bekannt.

Rauhewacken treten im Karwendel schon vielfach innerhalb der 1. Karbonatabfolge auf, besonders im Liegenden (siehe Abb. 4).

Auf die starke Ähnlichkeit und teilweise völlige Übereinstimmung in der Ausbildung der Raibler Schichten des Karwendel und der östlichen Gailtaler Alpen haben bereits KRAUS (1969) und SCHULZ (1970) hingewiesen.

Unterschiede bestehen vor allem darin, daß Pb-Zn-Vererzungen in den Raibler Schichten der westlichen Nördlichen Kalkalpen fehlen und daß im Gegensatz zu den östlichen Gailtaler Alpen die einzelnen Karbonatabfolgen durchwegs kalkig ausgebildet sind und Dolomite sehr selten in Erscheinung treten.

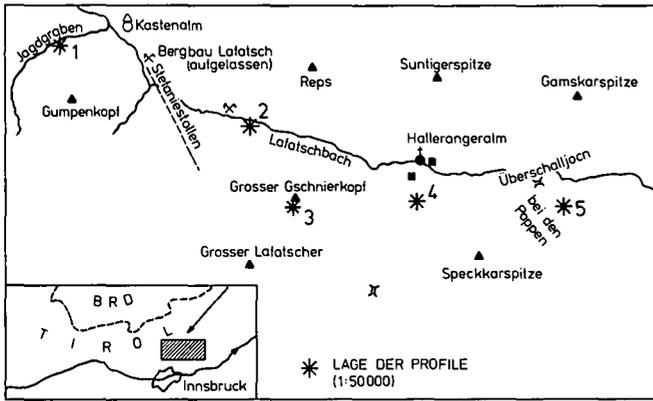
Auch in der nordalpinen Fazies der Karawanken sind die Raibler Karbonate vorwiegend kalkig ausgebildet und bis auf vererzte Onkoide sind ebenfalls keine Pb-Zn-Vererzungen bekannt (CERNY et al., 1982).

### 3. Paläogeographische Überlegungen

Die paläogeographischen Verhältnisse zur Ablagerungszeit der Raibler Schichten haben in den Draukalkalpen KRAUS (1968, 1969) und in den westlichen Nördlichen Kalkalpen HARSCH (1970) klar herausgearbeitet. Ausgehend von Schüttungsrichtungen und Schwermineralprovinzen innerhalb der klastischen Abfolgen muß man annehmen, daß zumindest im Karn, vermutlich schon früher, der Ablagerungsraum der Gailtaler Alpen durch eine Schwelle vom Ablagerungsraum der westlichen Nördlichen Kalkalpen getrennt war. Dies ist jedoch nicht mit der palinspastischen Interpretation von BECHSTÄDT (1978) in Einklang zu bringen, der den Drauzug als westliche Verlängerung der Nördlichen Kalkalpen betrachtet und die heutige Position zwischen Drauzug und Nördlichen Kalkalpen durch eine großräumige Lateralverschiebung erklärt. Allerdings stößt diese Vorstellung schon bei einer paläogeographischen Rekonstruktion der Ablagerungsräume im Perm und Skyth auf große Schwierigkeiten.

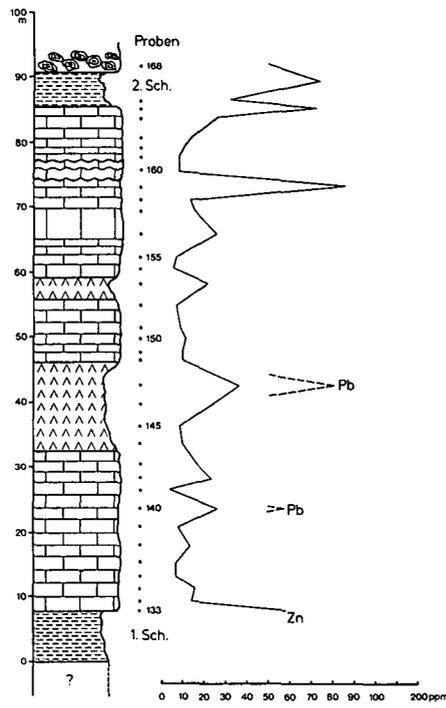
Ergänzend zur Paläogeographie der Raibler Schichten soll festgehalten werden, daß die Sedimentation der Raibler Karbonate in einem flachen Schelfmeer auf einer labilen Karbonatplattform vor sich ging. Örtliche synsedimentäre Breccienbildung, die vom hangenden Wettersteinkalk bis hinauf an die Basis des Hauptdolomits zu beobachten ist, Faziesdifferenzierung innerhalb der einzelnen Karbonatabfolgen und z. T. stärkere Mächtigkeitsunterschiede sowohl innerhalb der Raibler Schiefer als auch der Raibler Karbonatabfolgen sind als Anzeichen einer örtlich auftretenden synsedimentären Bruchtektonik aufzufassen.

Das beginnende Zerbrechen der Wettersteinkalk-Plattform hat BRANDNER (1978) in den westlichen Nördlichen Kalkalpen durch Spaltenbildung im oberen Wettersteinkalk (von der Basis des 1. Raibler Schiefers bis 800 m tief in den Wettersteinkalk hinein) und anschließende Verstellungen nachgewiesen. Der folgende Faziesumschlag in den Raibler Schichten mit der großzyklischen Abfolge von klastischer und karbonatischer Sedimentation wird nach BRANDNER (1978) durch die Kombination von synsedimentärer Bruchtektonik und eustatischen Meeresspiegelschwankungen erklärt. Die synsedimentäre Bruchtektonik wird mit der obertriadischen Ozeanbildung („aborted rifting“, BECHSTÄDT et al., 1978) im Osten und Südosten der Tethys in Zusam-

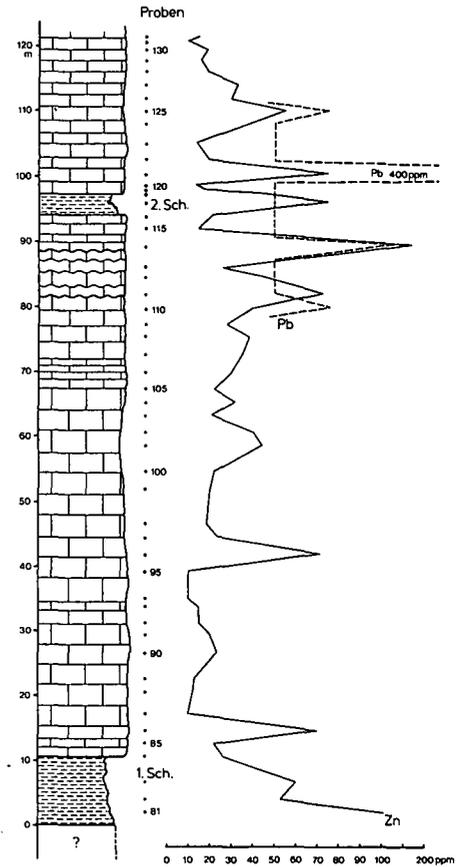


W

Profil 1  
JAGDGRABEN



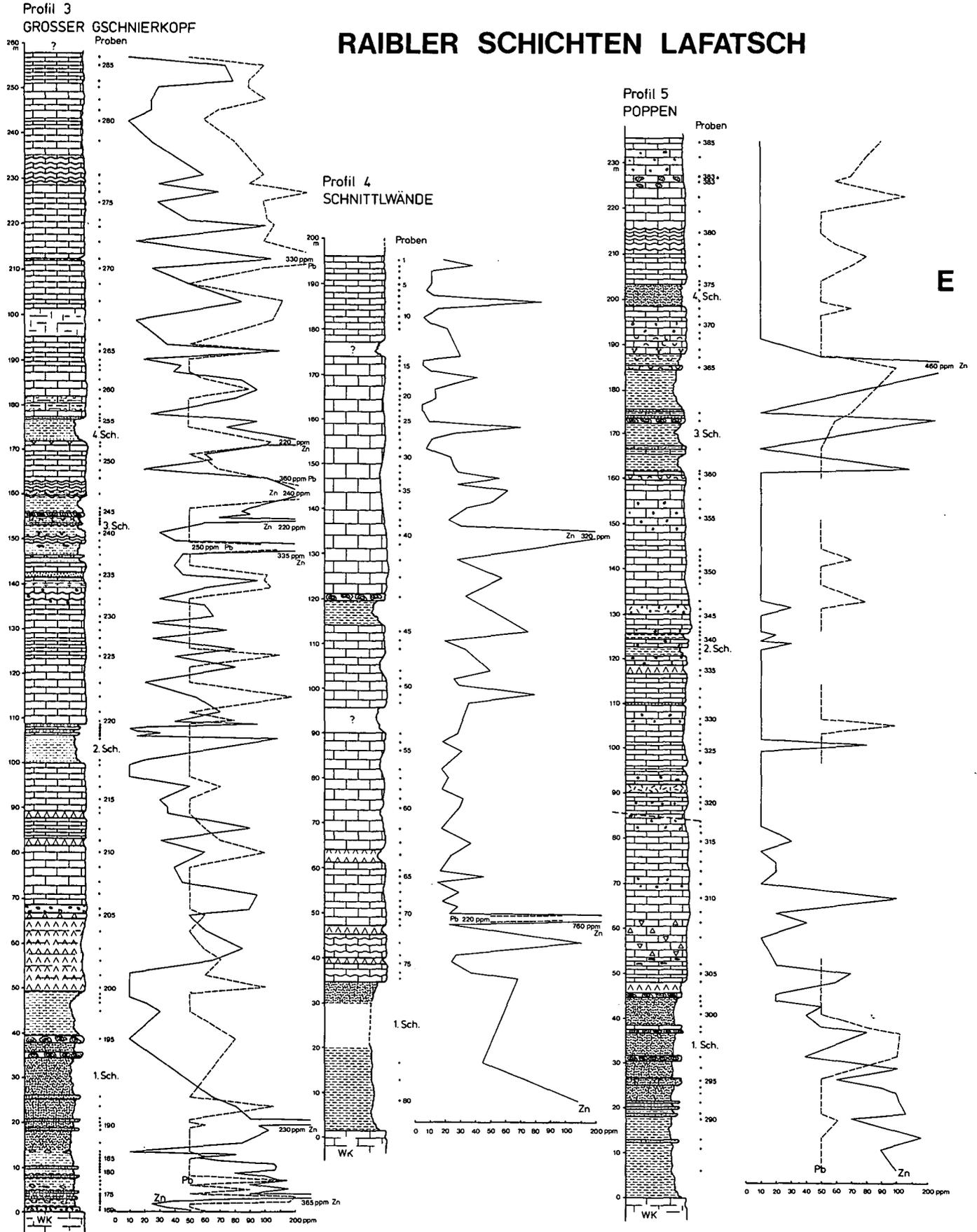
Profil 2  
SILBERNER HANSL



- |  |                                |  |                                  |
|--|--------------------------------|--|----------------------------------|
|  | Mergel, sandig                 |  | cm-große Intraklaste (Profil 5)  |
|  | Bioturbation                   |  | Hornsteinkonglomerate (Profil 5) |
|  | Fossilien (Muscheln)           |  | rauhwackig-breccios              |
|  | Onkolithe                      |  | Rauhwacken                       |
|  | sandige Tonschiefer-Sandsteine |  | löchrige Kalke, gebankt          |
|  | Tonschiefer, Konkretionen      |  | gebankte Kalke                   |

Abb. 4: Raibler Schichten im Raum Latsch.

# RAIBLER SCHICHTEN LAFATSCH



menhang gebracht. Als Folge dieser Bruchtektonik entsteht mit dem Kluftsystem ein System zirkulierender Lösungen, das zu ausgedehnten Dolomitierungsprozessen und damit verbundenen Pb-Zn-Anreicherungen sowohl im Oberen Wettersteinkalk der westlichen Nördlichen Kalkalpen (BRANDNER) als auch innerhalb der Raibler Karbonate der östlichen Gailtaler Alpen führt (Breccienvererzungen, Vererzungen an der Dolomitierungsfront bzw. an der Grenze Kalk-Dolomit).

#### 4. Geochemische Ergebnisse

##### 4.1. Raibler Schichten zwischen Bleiberg und Rubland

Von den 4 aufgenommenen Profilen durch die Raibler Schichten zwischen Bleiberg und Rubland wurden insgesamt 352 Karbonatproben mittels AAS auf die Elemente Ca, Mg, Pb, Zn, Fe, Sr und Cu analysiert, ferner wurde noch der unlösliche Rückstand (u.R., Quarz, Tonminerale usw.) bestimmt. Von denselben Proben wurden, soweit es sinnvoll erschien, zuerst Karbonatdünnschliffe angefertigt. Einige Durchschnittswerte sind in Tabelle 1 zusammengefaßt.

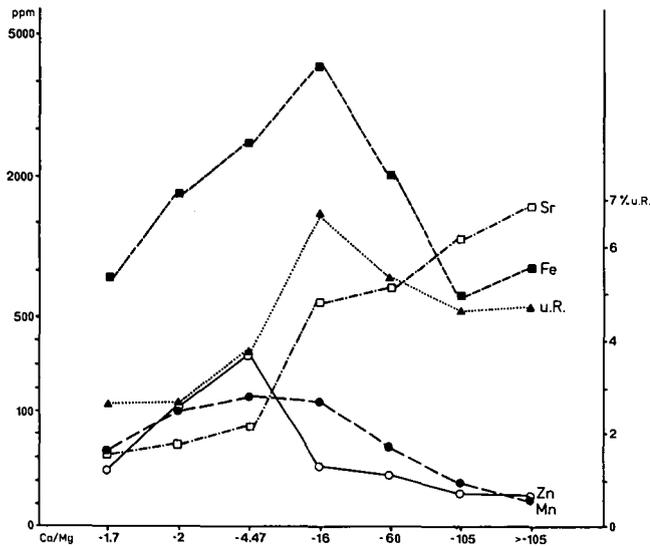


Abb. 5: Elementgehalte der Karbonate in Abhängigkeit vom Ca/Mg-Verhältnis. Eingetragen ist auch der unlösliche Rückstand (u. R.).

Dolomite weisen gegenüber den Kalken höhere Werte an Zn, Mn, Fe und niedrigere Werte an Sr und u.R. auf. Innerhalb der Dolomite sind die mikritischen Sedimenttypen reicher an Zn, Fe, Mn und u.R. als die Sparite.

Innerhalb der Kalke sind Sparite gegenüber den Mikriten reicher an Zn, Mn und ärmer an Fe und Sr.

In Abhängigkeit vom Ca/Mg-Verhältnis treten bezüglich der einzelnen Elemente, vor allem Zn, Mn, Sr und auch u.R. beträchtliche Unterschiede auf (Abb. 5). So weisen z. B. „schwach bis stark calcitische Dolomitgesteine“ (Ca/Mg 1,7–4,74) mit 5–50 % Calcit und 95–47,5 % Dolomit bei 0–5 % Tonanteil die absolut höchsten Durchschnittswerte an Zn auf (bis 343 ppm), verglichen mit den anderen Karbonattypen (max. 54 ppm).

Der Sr-Gehalt nimmt kontinuierlich von den Kalken (1700 ppm) zu den Dolomiten (63 ppm) ab, wird also während der Dolomitierung stark abgereichert (siehe auch VEIZER & DEMOVIC, 1974; WEDEPOHL, 1970). Eine ähnlich starke Strontium-Verarmung, die wahrscheinlich auf Frischwassereinflüsse während der Diagenese zurückzuführen ist, beschreibt KRANZ (1976) aus dem Oberen Wettersteinkalk der Nördlichen Kalkalpen.

Sr-arm sind z. B. die Raibler Dolomite im Raum Förolach (Gailtal: CERNY, 1982b), auch im Anis der Nordkarawanken zeigen Karbonate infolge von Dolomitierungsprozessen eine starke Strontium-Verarmung. Die Sr-Gehalte der primären, aus Meerwasser ausgefällten Karbonate liegen nach WEDEPOHL (1970) zwischen

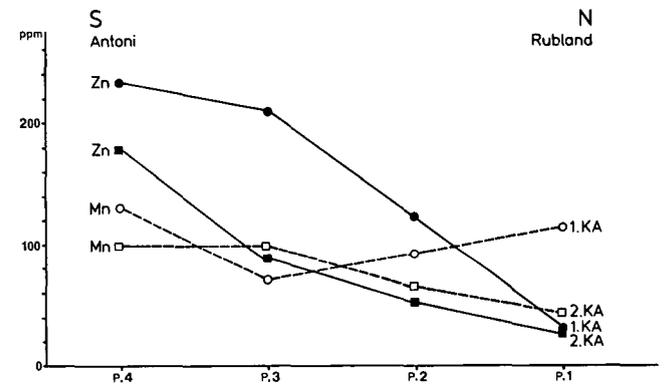


Abb. 6: Profilmäßige Verteilung der Elemente Zn und Mn zwischen Antoni und Rubland. 1. KA = 1. Karbonatfolge; 2. KA = 2. Karbonatfolge.

Tabelle 1: Durchschnittswerte (AAS-Analysen) verschiedener Karbonattypen (in ppm; Ca, Mg und u. R. in %, Standardabweichung in Klammer).

	Ca/Mg	Ca	Mg	Zn	Fe	Mn	Sr	U. R.
Karbonate gesamt (352 Proben)		26,3 (7,9)	7,1 (5,3)	68 (100)	3518 (5985)	144 (460)	428 (1072)	8,4 (15,2)
davon Kalke (41 Proben)	>60			31 (23)	823 (856)	39 (43)	1382 (1998)	5,1 (2,85)
Dolomite (82 Proben)	1,6–1,7			50 (54)	950 (902)	66 (61)	63 (22)	2,9 (2,2)
Kalke (n. WEDEPOHL, 1970; als Vergl.)				23	14600	700	450	
Mikrite: Dolomite	<2			124 (164)	1304 (1004)	78 (70)	72 (15)	3,5 (2,76)
Kalke	>60			28 (22)	860 (925)	39 (51)	1295 (1261)	4,9 (3,58)
Sparite: Dolomite	<2			62 (90)	634 (708)	48 (21)	75 (41)	1,6 (1,2)
Kalke	>60			35 (26)	449 (366)	44 (37)	856 (903)	4,7 (1,8)

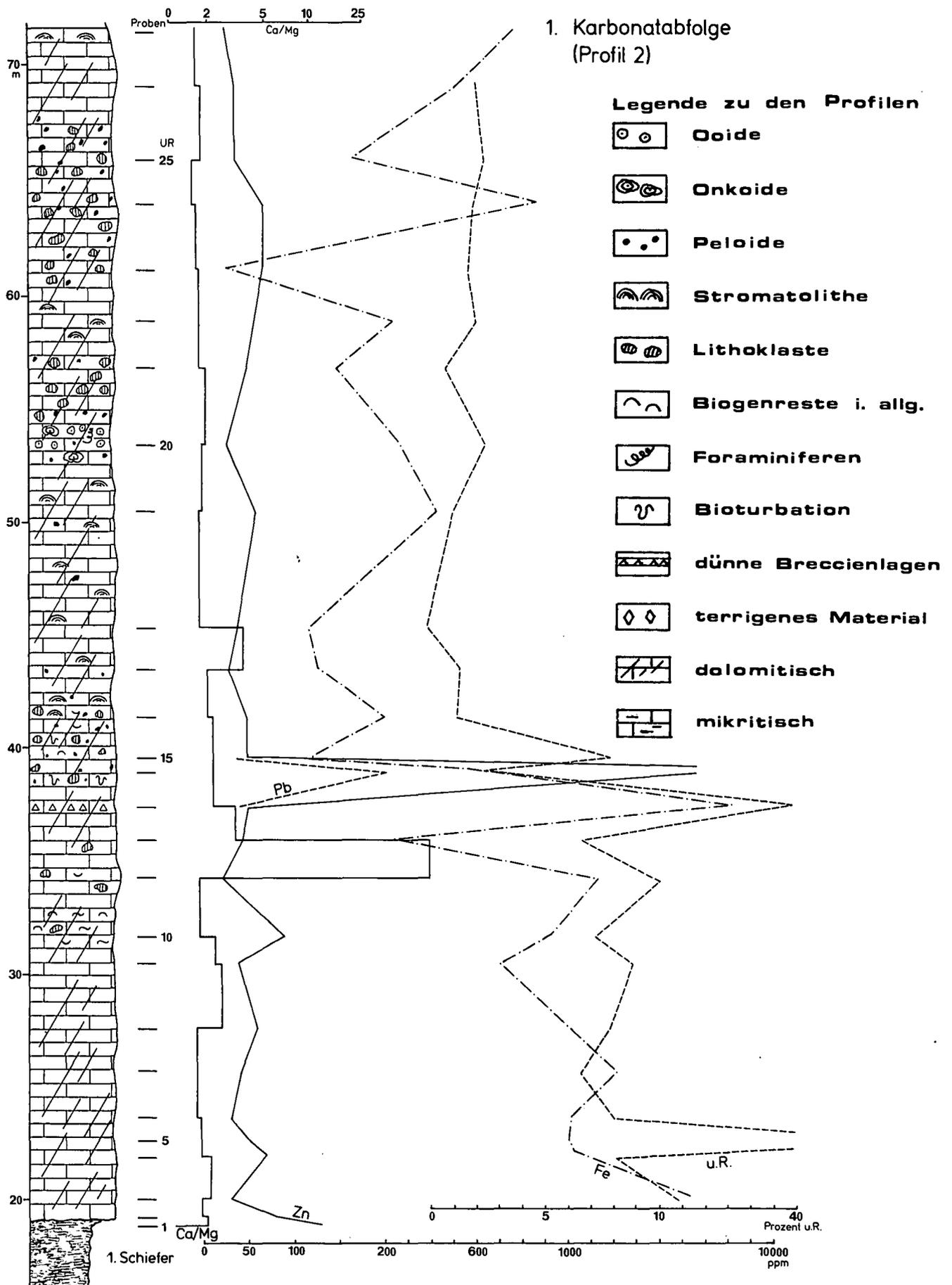


Abb. 7: Verteilung der Elemente Pb, Zn und Fe, Ca/Mg-Verhältnis und unlöslicher Rückstand in der 1. Karbonatabfolge (Profil 2).

## 2. Karbonatabfolge (Profil 2)

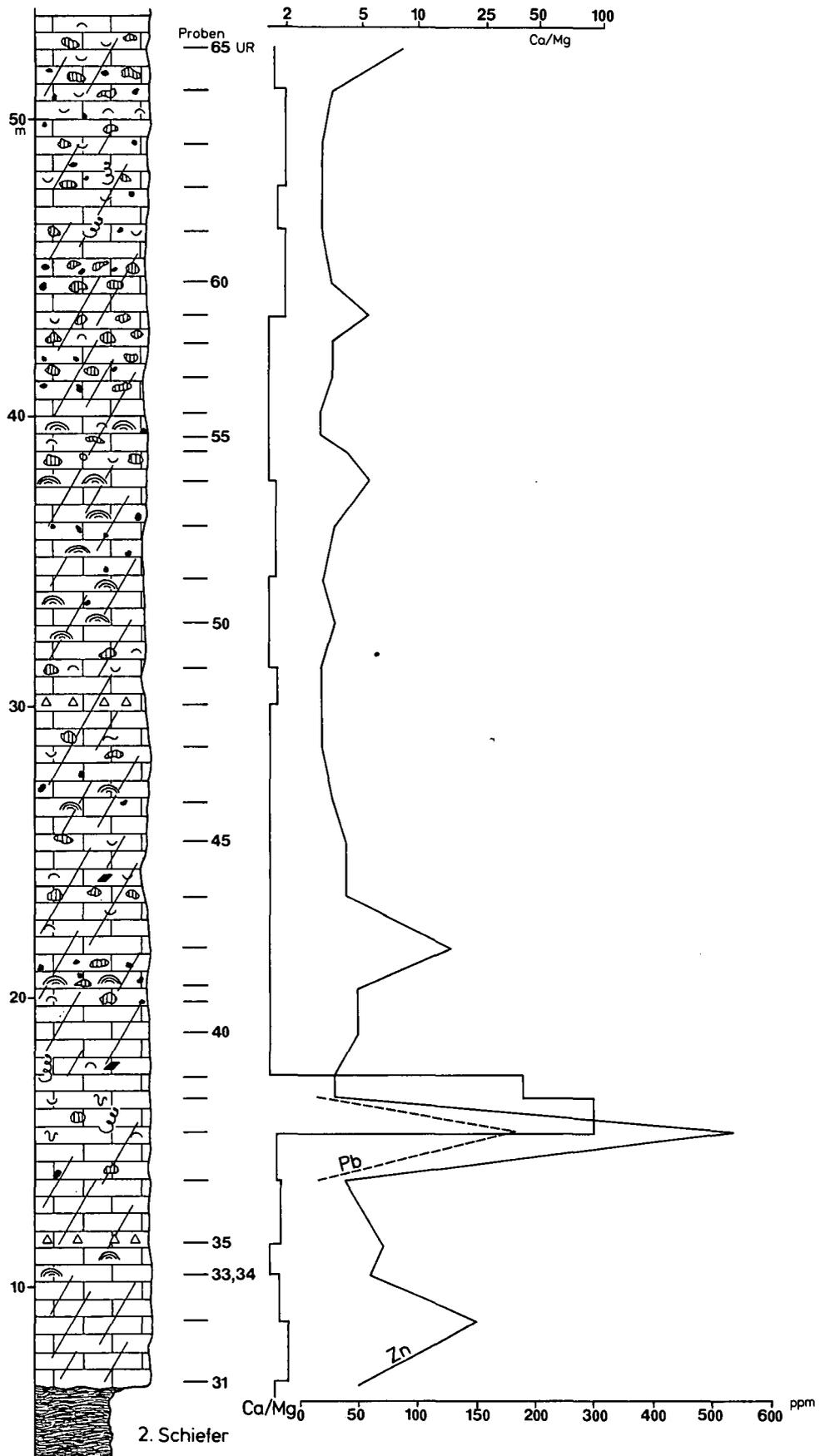


Abb. 8: Verteilung der Elemente Pb, Zn und Fe, Ca/Mg-Verhältnis und unlöslicher Rückstand in der 2. Karbonatabfolge (Profil 2).

## 2. Karbonatabfolge (Profil 3)

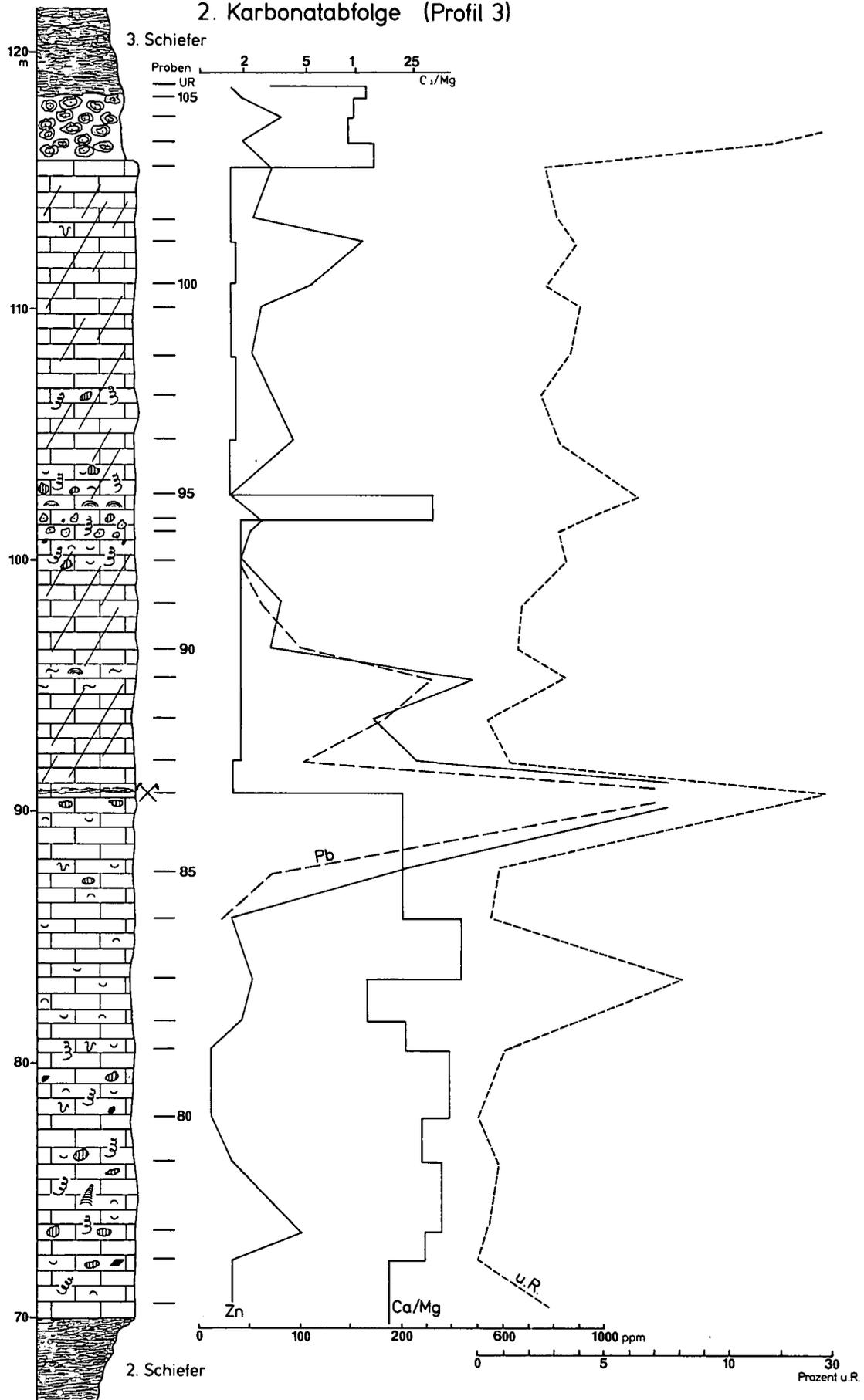


Abb. 9: Verteilung der Elemente Pb, Zn und Fe, Ca/Mg-Verhältnis und unlöslicher Rückstand in der 2. Karbonatabfolge (Profil 3).

1000 ppm und 1 %. Die Sr-Gehalte in den Raibler Kalke (ca. 1400 ppm) dürften also noch den primären Sr-Gehalten nahekommen.

Mikritische Kalke sind um einige 100 ppm reicher an Sr als sparitische Kalke. Auch CERNY (1978) beobachtete höhere Sr-Werte in der mikritischen Fazies und niedrigere Sr-Werte in der sparitischen Fazies.

Von den 352 untersuchten Proben weisen 42 Proben Pb-Gehalte über der Nachweisgrenze (50 ppm) auf. Davon stammen 2 Proben aus anstehenden Vererzungen (1,07 % und 6,6 % Pb). Die restlichen 40 Proben, die nicht in Verbindung mit Vererzungen stehen, weisen durchschnittlich 168 ppm Pb (50–2500 ppm Pb) auf. 26 Proben mit Pb-Gehalten >50 ppm entfallen auf Dolomite und nur 3 entfallen auf Kalke.

Interessant ist die profilmäßige Verteilung der Zn-Werte (Abb. 6). Das nördlichste Profil (Rubland) weist mit 27–32 ppm Zn die niedrigsten Durchschnittswerte in allen 3 Karbonatabfolgen auf. Nach S, zur Bleiberger Lagerstätte hin, nimmt dann der Zn-Gehalt in allen 3 Karbonatabfolgen allmählich zu: Profil 3 mit 63–212 ppm Zn und Profil 4 (Antoni) 179–235 ppm Zn.

Dasselbe gilt auch für die Verteilung der Pb-Werte. Makroskopisch sichtbare Vererzungen wurden hier nicht berücksichtigt.

Faßt man alle 4 Profile zusammen, dann weist die 1. Karbonatabfolge mit durchschnittlich 151 ppm Zn die höchsten Werte auf, die 2. Karbonatabfolge 88 ppm Zn und die 3. Karbonatabfolge nur mehr 47 ppm Zn, also auch eine kontinuierliche Abnahme an Zn innerhalb der Raibler Karbonate vom Liegenden zum Hangenden.

Erhöhte Pb- und Zn-Werte treten bevorzugt an der Grenze Kalk-Dolomit sowie auch an der Grenze Karbonatabfolge-Tonschiefer auf. Dies konnte in allen Profilen beobachtet werden (Abb. 7, 8, 9) und ist ein deutlicher Hinweis darauf, daß Dolomitierungsprozesse im Bereich der Dolomitierungsfront bei einem entsprechenden Metallangebot zu stärkeren Pb-Zn-Konzentrationen führen können.

Im Grenzbereich Kalk-Dolomit sind vereinzelt auch Fe und u.R. stärker angereichert.

Erhöhte Fe- und Mn-Gehalte treten bevorzugt im Grenzbereich Karbonatabfolge-Tonschiefer auf und sind hier deutlich an den unlöslichen Rückstand gebunden. Der Fe- und Mn-Gehalt beginnt schon innerhalb der Karbonatabfolge einige m vor dem Einsetzen der klastischen Serien kontinuierlich anzusteigen und nimmt innerhalb der Karbonatabfolge im Hangenden der Tonschiefer wieder kontinuierlich ab. Der terrigene Einfluß macht sich also schon innerhalb der Karbonatabfolge stärker bemerkbar.

Der Wechsel von karbonatischer und klastischer Sedimentation ist nicht so scharf, wie es makroskopisch oft den Anschein hat.

Die Cu-Werte der Karbonatproben liegen fast durchwegs unter der Nachweisgrenze von 10 ppm, nur 19

Tabelle 2: Korrelationskoeffizienten bei 95 % Signifikanz (352 Proben)

	Ca/Mg	Ca	Mg	Zn	Fe	Mn	Sr
Ca	+0,75						
Mg	-0,72	-0,62					
Zn	-0,16	-0,10	+0,11				
Fe	-0,15	-0,38	-0,29	-0,02			
Mn	-0,09	-0,13	-0,09	+0,02	+0,54		
Sr	+0,43	+0,39	-0,38	-0,06	-0,06	-0,04	
u. R.	-0,09	-0,50	-0,37	-0,01	+0,73	+0,21	-0,05

Karbonatproben zeigen Cu-Werte zwischen 10 und 30 ppm. Diese sind durchwegs an Proben mit höheren Gehalten an u.R. im Grenzbereich zu den Schieferserien gebunden.

Mit dem Korrelationskoeffizienten wurde geprüft, ob eine Abhängigkeit zwischen 2 Variablen (Ca/Mg, Ca, Mg, Zn, Fe, Mn, Sr, u.R.) bei vorgegebener statistischer Sicherheit besteht (Tabelle 2).

Das Zn zeigt eine schwach positive Korrelation mit Mg und eine schwach negative Korrelation mit Ca, was gut mit den höheren Zn-Werten in den dolomitischen Gesteinstypen übereinstimmt. Fe und Mn sind positiv miteinander korrelierbar und beide an den unlöslichen Rückstand gebunden. Deutlich ist auch die Bindung des Sr an Kalke (positive Korrelation Ca/Mg-Sr, Ca-Sr und negative Korrelation Mg-Sr).

#### 4.2. Raibler Schichten Lafatsch

Aus dem Raum Lafatsch wurden insgesamt 389 Proben (298 Karbonatproben und 91 Schieferproben) mittels AAS auf die Elemente Ca, Mg, Pb, Zn, Fe, Mn, Cu und Sr analysiert, außerdem wurde der unlösliche Rückstand (Quarz, Tonminerale usw.) bestimmt. Von einigen Proben wurden ferner Karbonatdünnstufungen angefertigt. Über die Durchschnittswerte gibt Tabelle 3 Auskunft.

Im geochemischen Verhalten der einzelnen Elemente unterscheiden sich die Raibler Karbonate aus dem Raum Lafatsch deutlich von jenen aus dem Raum Bleiberg. Der Grund liegt darin, daß im Raum Lafatsch die Raibler Karbonate durchwegs kalkig ausgebildet sind (Ca/Mg durchschnittlich 16,2) und im Gegensatz zum Raum Bleiberg (Ca/Mg durchschnittlich 3,7) ausge dehnte Dolomitierungsprozesse hier nicht stattgefunden haben.

Daneben dürfte auch das Angebot an Pb und Zn innerhalb der Raibler Karbonate im Karwendel geringer gewesen sein als in den östlichen Gailtaler Alpen (besonders Bleiberg). Bislang sind zumindest keine Pb-Zn-Vererzungen innerhalb der Raibler Schichten der Nördlichen Kalkalpen bekannt.

Die Raibler Karbonate aus Lafatsch weisen deutlich geringere Werte an Zn, Fe, Mn und u.R. und höhere

Tabelle 3: Durchschnittswerte (AAS-Analysen) der Raibler Schichten aus dem Raum Lafatsch (Werte in ppm; in Klammer: Streubereich).

	Ca	Mg	Zn	Fe	Mn	Sr	u. R.
Karbonate Lafatsch (298 Proben)	35,7 %	2,2 %	35 (5–760)	1508 (10–1,84 %)	74 (5–680)	626 (50–15800)	3,3 %
Schiefer Lafatsch (91 Proben)	12,9 %	0,8 %	82 (bis 460)	2,67 (0,25–15,8 %)	1352 (90–13600)	149 (bis 610)	
Karbonate Rublandstollen (als Vergleich, 352 Proben)	26,3 %	7,1 %	68 (10–4000)	3518 (30–5,9 %)	144 (10–8000)	428 (20–10300)	8,4 %

Tabelle 4: Durchschnittswerte (AAS-Analysen) der einzelnen Schieferabfolgen der Profile „Großer Gschnierkopf“ und „Poppen“ (Werte in ppm; in Klammer: Streubereich)

	Pb	Zn	Fe	Mn	Sr	Cu	Ca	Mg
<b>1. Schiefer</b>								
Gr. Gschnierkopf (31)	bis 200	89 (10–365)	4 % (1,54–15,8 %)	2490 (1200–17600)	72 (10–450)	25 (10–40)	6,6 %	0,7 %
Poppen (17)	bis 110	79 (20–180)	2,95 % (1,3–5,8 %)	1514 (120–4100)	121 (10–610)	21 (10–60)	8,9 %	0,8 %
<b>2. Schiefer</b>								
Gr. Gschnierkopf (7)	<50	47 (10–145)	1,6 % (0,8–3,4 %)	800 (450–1300)	213 (70–320)	14 (10–25)	23,3 %	0,8 %
Poppen (4)	<50	bis 20	0,4 % (0,25–0,63 %)	145 (90–180)	315 (210–380)	<10	34,7 %	2,8 %
<b>3. Schiefer</b>								
Gr. Gschnierkopf (11)	bis 360	118 (30–335)	1,3 % (0,41–1,82 %)	630 (200–2400)	425 (340–540)	<10	28,1 %	0,8 %
Poppen (5)	bis 100	152 (10–460)	1,04 % (0,66–1,92 %)	368 (320–460)	298 (240–400)	bis 15	33,0 %	0,9 %
<b>4. Schiefer</b>								
Gr. Gschnierkopf (3)	<50	80 (70–95)	2,5 % (2,0–2,8 %)	190 (90–320)	23 (10–40)	<10	2,3 %	0,5 %
Poppen (3)	<50	<10	2,13 % (2,02–2,3 %)	97 (90–100)	10 (10)	bis 15	2,1 %	0,3 %

Werte an Sr auf, als jene aus dem Raum Bleiberg – Rubland. Das Sr ist wieder deutlich vom Ca/Mg-Verhältnis abhängig:

- Kalke mit Ca/Mg über 105: 730 ppm Sr,
- Dolomite mit Ca/Mg unter 2: 78 ppm Sr.

Bei den Gehalten an Zn, Fe, Mn und u.R. bestehen kaum Unterschiede zwischen Kalken und Dolomiten. Die Pb-Gehalte liegen bis auf die 4. Karbonatabfolge größtenteils unter 50 ppm. Fe- und Mn-Gehalte sind besonders in Tonschiefernähe stark erhöht (Fe bis 1,85 % und Mn bis 660 ppm).

Die Schieferabfolgen zeigen gegenüber den Karbonaten wesentlich höhere Durchschnittswerte an Zn, Fe, Mn und geringere Werte an Sr. Innerhalb der Schieferabfolgen führen Tonschiefer, Silt- und Sandsteine durchschnittlich um 100 ppm Zn, was gut mit den in der Literatur (WEDEPOHL, 1972) angegebenen Werten für diese Sedimente übereinstimmt.

Zwischen den 4 Schieferhorizonten treten im Profil „Großer Gschnierkopf“ und im Profil „Poppen“ in Abhängigkeit von der lithologischen Ausbildung (mergelig oder tonig-sandig) deutliche Unterschiede in den Elementgehalten auf (Tabelle 4).

Aus den Schieferabfolgen wurden insgesamt 10 Proben auch auf die Elemente Ni, Co und Cr analysiert. Die durchschnittlichen Werte betragen für Ni 36 (29–50) ppm, für Co 18 (11–31) ppm und für Cr 236 (145–350) ppm.

Das Profil „Poppen“ weist in allen 4 Karbonatabfolgen, z. T. auch in den Schieferabfolgen wesentlich geringere Gehalte an Pb und an Zn auf als das Profil „Großer Gschnierkopf“, das unmittelbar südlich der Lagerstätte Lafatsch liegt (zur Lage der beiden Profile siehe Abb. 1). Über die Durchschnittswerte der einzelnen Karbonatabfolgen dieser beiden Profile gibt Tabelle 5 Auskunft.

#### Dank

Die vorliegende Arbeit wurde im Auftrag der Bleiberger Bergwerks-Union im Rahmen von Forschungsprojekten durchgeführt. Die Analytik des Probenmaterials und die Anfertigung von Karbonatdünnschliffen wurde dankenswerterweise von der BBU in deren werkseigenen Labors durchgeführt. Das geochemische Datenmaterial wurde mit einem Computer statistisch ausgewertet.

Für die Anregung zu dieser Arbeit und für zahlreiche Diskussionen bin ich besonders Herrn Dr. Immo CERNY von der Geo-

Tabelle 5: Durchschnittswerte (AAS-Analysen) der einzelnen Karbonatabfolgen der Profile „Großer Gschnierkopf“ und „Poppen“ (Werte in ppm; in Klammer: Streubereich).

	Pb	Zn	Fe	Mn	Sr
<b>1. Karbonatabfolge</b>					
Gr. Gschnierkopf (20)	<50	46 (bis 95)	1323 (120–13200)	83 (10–660)	388 (100–870)
Poppen (33)	<50	20 (bis 100)	950 (110–6400)	57 (10–320)	300 (65–1050)
<b>2. Karbonatabfolge</b>					
Gr. Gschnierkopf (17)	<50	53 (25–95)	1860 (250–9000)	88 (10–310)	698 (280–2000)
Poppen (19)	<50	15 (bis 140)	2044 (150–8200)	91 (10–330)	378 (160–1200)
<b>3. Karbonatabfolge</b>					
Gr. Gschnierkopf (6)	79 (bis 120)	96 (20–220)	4480 (1300–7000)	263 (110–430)	1265 (450–3600)
Poppen (6)	<50	<10	2600 (1400–4400)	148 (105–200)	882 (300–3400)
<b>4. Karbonatabfolge</b>					
Gr. Gschnierkopf (30)	90 (bis 330)	52 (bis 150)	888 (60–2700)	47 (10–280)	676 (190–1400)
Poppen (11)	67 (bis 130)	<10	810 (340–1800)	35 (10–120)	759 (190–1500)

logischen Abteilung der BBU zu Dank verpflichtet. Für Diskussionsbeiträge danke ich auch den Herren Dr. Rainer BRANDNER und Univ.-Doz. Dr. Werner RESCH vom Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Innsbruck.

Der Bleiberger Bergwerks-Union danke ich für die finanzielle Unterstützung und für die Möglichkeit, die Ergebnisse veröffentlichten zu dürfen.

Zuletzt danke ich Herrn Univ.-Prof. Dr. Helfried MOSTLER und Herrn Univ.-Doz. Dr. Werner RESCH für die kritische Durchsicht des Manuskripts.

### Literatur

- BECHSTÄDT, Th.: Faziesanalyse permischer und triadischer Sedimente des Drauzuges als Hinweis auf eine großräumige Lateralverschiebung innerhalb des Ostalpins. – Jb. Geol. B.-A., **121/1**, 1–121, Wien 1978.
- BECHSTÄDT, Th., BRANDNER, R., MOSTLER, H. & SCHMIDT, K.: Aborted Rifting in the Triassic of the Eastern and Southern Alps. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **156/2**, 157–178, Stuttgart 1978.
- BITTNER, A.: Zur Stellung der Raibler Schichten. – Verh. Geol. R.-A., **59**–70, Wien 1885.
- BRANDNER, R.: Tektonisch kontrollierter Sedimentationsablauf im Ladin und Unterkarn der westlichen Nördlichen Kalkalpen. – Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, **8**, 317–354, Innsbruck 1978.
- CERNY, I.: Geochemie „anisischer“ Sedimentgesteine in den Nordkarawanken (Raum Eisenkappel, Kärnten). – Carinthia II, **168/88**. Jg., 55–70, Klagenfurt 1978.
- CERNY, I.: Fazies und Pb-Zn-Vererzungen in den Hangenden Raibler Schichten der Draukalkalpen. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **28**, 109–120, Wien 1982a.
- CERNY, I.: Geochemie und Sedimentologie der Raibler Schichten im Raum Förolach (Gailtal, Kärnten). – Carinthia II, **172/92**. Jg., 63–76, Klagenfurt 1982b.
- CERNY, I., SCHERER, J. & SCHROLL, E.: Blei-Zink-Verteilungsmodell in stillliegenden Blei-Zink-Revieren der Karawanken. – Arch. f. Lagerst.forsch. Geol. B.-A., **2**, 15–22, Wien 1982.
- GEYER, G.: Geologische Aufnahme im Weßenbachtale, Kreuzengraben und in der Spitzegelkette (Oberkärnten). – Verh. Geol. R.-A., **17**–139, Wien 1901.
- HARSCH, W.: Zur Sedimentologie und Paläogeographie der Raibler Schichten (Ober-Trias) im Westteil der Nördlichen Kalkalpen. – Z. Dt. Geol. Ges., **121**, 253–272, Hannover 1970.
- HOLLER, H.: Die Stratigraphie der karnischen und norischen Stufe in den östlichen Gailtaler Alpen. – B. H. M., **6/4**, 69–75, Wien 1951.
- JERZ, H.: Zur Paläogeographie der Raibler Schichten in den westlichen Nordalpen. – Verh. Geol. B.-A., SH G, 171–183, Wien 1965.
- JERZ, H.: Untersuchungen über Stoffbestand, Bildungsbedingungen und Paläogeographie der Raibler Schichten zwischen Lech und Inn (Nördliche Kalkalpen). – Geologica Bavaria, **56**, 3–102, München 1966.
- KRANZ, J. R.: Strontium – ein Fazies-Diagenese-Indikator im Oberen Wettersteinkalk (Mitteltrias) der Ostalpen. – Geol. Rdsch., **65**, 593–615, Stuttgart 1976.
- KRAUS, O.: Die Raibler Schichten des Drauzuges (südliche Kalkalpen). Lithofazielle, sedimentpetrographische und paläogeographische Untersuchungen. – Unpubl. Diss. TH München, 1–181, München 1968.
- KRAUS, O.: Die Raibler Schichten des Drauzuges (südliche Kalkalpen). Lithofazielle, sedimentpetrographische und paläogeographische Untersuchungen. – Jahrb. Geol. B.-A., **112**, 81–152, Wien 1969.
- KUEHN, O.: Lexique Stratigraphique International, Vol. 1, Europe. – 646 S., Paris (CNRS) 1962.
- SCHULER, G.: Lithofazielle, sedimentologische und paläogeographische Untersuchungen in den Raibler Schichten zwischen Inn und Salzach (Nördliche Kalkalpen). – Erlanger Geol. Abh., **71**, 1–60, Erlangen 1968.
- SCHULZ, O.: Die Pb-Zn-Vererzung der Raibler Schichten im Bergbau Bleiberg-Kreuth (Grube Max). – Carinthia II, **22**. SH., 93 S., Klagenfurt 1960.
- SCHULZ, O.: Vergleichende petrographische Untersuchungen an karnischen Sedimenten der Julischen Alpen, Gailtaler Alpen und des Karwendels. – Verh. Geol. B.-A., **1970/2**, 165–199, Wien 1970.
- SCHULZ, O.: Wirtschaftlich bedeutende Zinkanreicherung in syndiagenetischer submariner Deformationsbreccie in Kreuth (Kärnten). – T. M. P. M., **20**, 280–295, Wien 1973.
- SCHULZ, O.: Resedimentbreccien und ihre möglichen Zusammenhänge mit Zn-Pb-Konzentrationen in mitteltriadischen Sedimenten der Gailtaler Alpen (Kärnten). – T. M. P. M., **22**, 130–157, Wien 1975.
- SCHULZ, O.: Die Pb-Zn-Lagerstätte Bleiberg – Kreuth. – Verh. Geol. B.-A., **1977/3**, 375–386, Wien 1977.
- VEIZER, J. & DEMOVIČ, R.: Strontium as a Tool in Facies Analysis. – Journ. Sed. Petr., **44/1**, 93–115, Tulsa 1974.
- WARCH, A.: Perm und Trias der nördlichen Gailtaler Alpen. – Carinthia II, **35**. SH., 1–111, Klagenfurt 1979.
- WEDEPOHL, K. H.: Geochemische Daten von sedimentären Karbonaten und Karbonatgesteinen in ihrem faziellen und petrogenetischen Aussagewert. – Verh. Geol. B.-A., **1970/4**, 692–705, Wien 1970.
- WEDEPOHL, K. H.: Handbook of Geochemistry. – New York (Springer) 1972.
- WILSON, J. L.: Carbonate Facies in Geologic History. – 1–471, New York (Springer) 1975.
- WÖHRMANN, S. v.: Die Fauna der sogenannten Cardita- und Raibler Schichten in den Nordtiroler und bayerischen Alpen. – Jb. k.k. Geol. R.-A., **39**, 181–258, Wien 1889.
- WÖHRMANN, S. v.: Die Raibler Schichten nebst kritischer Zusammenstellung ihrer Fauna. – Jb. k.k. Geol. R.-A., **43**, 617–768, Wien 1893.

Manuskript bei der Schriftleitung eingelangt am 15. August 1984.