

Carinthia II	167./87. Jahrgang	S. 59–78	Klagenfurt 1977
--------------	-------------------	----------	-----------------

Zur Fazies- und Blei/Zink- Verteilung im „Anis“ der Karawanken

Von Immo CERNY

(Mit 4 Abbildungen und 3 Figuren)

EINLEITUNG

Die im Rahmen einer Dissertation 1973 begonnenen sedimentologisch-geochemischen Arbeiten konnten 1976 durch ein, in dankenswerter Weise finanziertes Forschungsprogramm des Bundesministeriums für Wissenschaft und Forschung (Sektion Forschung) fortgesetzt werden.

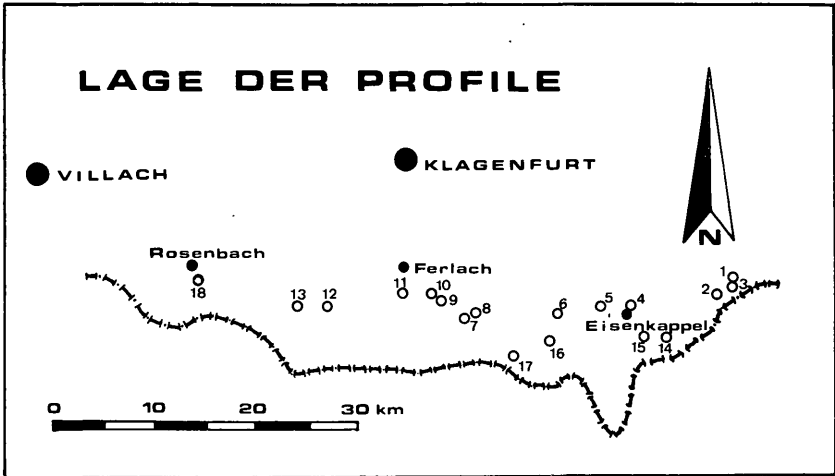
Für die Möglichkeit, das Forschungsvorhaben durchzuführen, danke ich Herrn Prof. Dr. L. KOSTELKA, Herrn Prof. Dr. H. W. FLÜGEL danke ich für die Anleitung und Betreuung während der Dissertation. Für die Bereitstellung eines Arbeitsplatzes, die sachliche Hilfe und die Durchführung der Analysen bin ich der Bleiberger Bergwerks Union zu großem Dank verpflichtet.

Die Aufnahmetätigkeit umfaßt Profile nördlich und südlich der alpin-dinarischen Naht, wobei der Schwerpunkt auf den Nordstamm der Karawanken gelegt wurde. Profile südlich der bedeutenden Störungszone sollten Vergleichszwecken dienen.

Der „Alpine Muschelkalk“ bzw. die „Serie des Alpenen Muschelkalles“ im Sinne von SARNTHEIN (1965), als lithostratigraphische Einheit vom Range einer Formation, umfaßt in den Karawanken jene Sedimente, die von der Hangendgrenze der Werfener Schichten bis zum Einsetzen des Wettersteinkalkes (-dolomits bzw. „Schlerndolomits“) oder der Partnachschichten reichen.

LAGE DER PROFILE

Das Arbeitsgebiet erstreckt sich über ca. 50 km von der Petzen im Osten über den Raum Eisenkappel-Zell Pfarre-Ferlach-Feistritz im Rosental bis Rosenbach im Westen.



Profile im Nordstamm der Karawanken: (1) Forststraße Luscha-Alm, (2) Goreca, (3) Straße von Globasnitz zum Gasthof Riepl, (4) Berghof Brunner bei Eisenkappel, (5) Forststraße Leinschitsch, (6) Schaida-Sattel, (7) Straßenprofil „Klamm“ im Waidischtal, (8) Wabutschnik-Graben, (9) Waidisch, (10) Unterwaidisch, (11) Unterloibl (Kotla), (12) Sinacher Gupf bei Windisch Bleiberg, (13) Bärenal.

Profile im Südstamm der Karawanken: (14) „Andreasstraße“ (Remschenig-Graben), (15) Kupitz-Klamm, (16) Obojnig-Graben, (17) Potok-Graben, (18) Bärengraben bei Rosenbach.

LITHOSTRATIGRAPHIE

Durch das weitgehende Fehlen von Makro- und Mikrofossilien kann sowohl im Nordstamm als auch im Südstamm der Karawanken nur eine lithostratigraphische Gliederung durchgeführt werden.

Grundlage dieser Gliederung im Nordstamm sind – da die Liegendengrenze zu den Werfener Schichten aus tektonischen Gründen meist fehlt – das erste Auftreten von „Tuffen“, das Vorhandensein eines Dolomitkomplexes, der wegen seiner mittleren Stellung in den Profilen als „Zwischendolomit“ bezeichnet wurde, und einer Kalk- oder Dolomitfolge (mit oder ohne „Tuffe“) über dem „Zwischendolomit“.

Zufolge des „Zwischendolomits“ ist eine lithostratigraphische Dreigliederung im Nordstamm möglich:

Untere Schichtgruppe: unterschiedliche karbonatische Entwicklung (Kalke, Dolomite, Rauhacken, Breccien, mergelige Lagen)

Mittlere Schichtgruppe: „Zwischendolomit“ (vereinzelt kalkig)

Obere Schichtgruppe: faziell differenzierte Abfolgen (Bankkalke, Bankdolomite, Knollenkalke, „Tuffe“).

Die südalpine Entwicklung zeigt eine völlig andere Gliederung. Das einzig Verbindende ist das Auftreten von „Tuffen“.

Für den Südstamm der Karawanken ergibt sich eine Dreigliederung, die durch das Auftreten von Konglomeraten geprägt wird. Die lithostratigraphische Stellung der Konglomerate variiert jedoch so stark, daß der „Leitcharakter“ verlorengeht.

Anhand des gut aufgeschlossenen Profils im Obojnig-Graben ist jene Dreigliederung möglich:

Untere Schichtgruppe: z. T. fossilführende Kalke, Dolomite

Mittlere Schichtgruppe: bunte Konglomerate, dolomitische Mergel, mergelige Kalke mit Pflanzenresten

Obere Schichtgruppe: Flaser-Wurstelkalke, Mergel, Knollenkalke mit Tuffen.

Tabelle 1:
Lithostratigraphie des „Anis“ in den Karawanken und im Drauzug

STRUCL (1974) (Ostkarawanken)	eigene Aufnahmen		BRANDNER (1972) (Drauzug)
	Nordstamm	Südstamm der Karawanken	
Obere Kalkserie mit hornsteinführenden Kalken und Mergellagen	Bankkalke, Massenkalken, Plattendolomite, Knollenkalke mit Mergellagen	Knollenkalke, Mergel und-Bankkalke, Flaser-Wurstelkalke	Riffkomplex, geschichtete Kalke und Dolomite
Mittlere Dolomitserie: Stromatolithe, Laminite, Collaps-Breccien	„Zwischendolomit“	Konglomerate, Mergel	Terrigen beeinflusste Fazies: Knollenkalke, Sandsteinkomplex
Untere Kalkserie: Wurstelkalke	Wurstel-Flaserkalke, Rauhacken, Breccien, Dolomite, Bankkalke, Mergellagen	Massige Dolomite, Bankkalke	Flaserkalkabfolge Rauhacken

LITHOLOGIE IM NORDSTAMM

Untere Schichtgruppe Wurstel-Flaserkalk-Folge

Wurstel-Flaserkalke stellen eine nicht horizontgebundene Fazies dar. In Profilen östlich Eisenkappel bilden sie, zusammen mit Rauhacken und Breccien, die liegendste Abfolge des Alpenen Muschelkalkes. Die Mächtigkeit beträgt maximal 160 m.

In Profilen westlich von Eisenkappel bis in das Waidischtal zeigt sich eine Mächtigkeitsreduktion dieses Faziestyps. Im Bereich des Hochobirs

sind Wurstel-Flaserkalke mit einer Mächtigkeit von 30 m vorhanden. Sie überlagern helle Kalkarenite bzw. primär gebildete Dolomite. Im Waidischtal treten sie als dm-mächtige Linsen und Lagen zwischen „Plattendolomiten“ auf. Gegen Westen, bis in das Bärtental, fehlt dieser Fazies-typ.

Die dunkelgrauen Wurstel-Flaserkalke sind wechselnd bankig bis grobbankig ausgebildet. Angewitterte Schichtflächen sind mit oftmals sich überkreuzenden kalkigen Wülsten, den „Wurstel“, übersät. In Dünnschliffen werden die Wurstelkalke durch helle, linsig bis unförmig mikrosparitische bis mikritische, z. T. pelletreiche „Wurstel“ in dunkler mergelig-quarzreicher Matrix aufgebaut. Die „Wurstel“ gehen entweder kontinuierlich in die mergelig-quarzreiche Matrix über oder werden durch Styloolithen scharf begrenzt.

An Drucklösungs- oder Flaserungszonen ist eine Anreicherung von Quarz festzustellen. Dolomitierungserscheinungen sind in Form von kleinen Rhomboedern entlang von Styloolithen häufig. Der Biogengehalt liegt meist unter 10 Prozent. Vereinzelt sind Ostracodenschälchen, Filamente, Echinodermen- und Foraminiferenreste vorhanden. Nur lokal treten Anreicherungen von Kleingastropoden und Ostracoden auf.

Die Lösungsrückstände dieser Kalke können durchwegs als monoton bezeichnet werden. Sie beinhalten limonitische Aggregate, reichlich Hellglimmer und gerundeten Quarz. Der unlösliche Rückstand schwankt zwischen 10 und 14 Prozent.

Neben Wurstel-Flaserkalcken als lithologisch-mikrofaziellm Typus treten untergeordnet bioturbat verwühlte Laminiten, fossilleere Mikrite und Krümelkalke auf.

Die Genese der Wurstel-Flaserkalke wurde von zahlreichen Autoren (vgl. z. B. BRANDNER 1972, NACHTMANN 1975) diskutiert. Die Auffassung, daß die Entstehungsursache die Bioturbation ist, kann in zahlreichen Fällen bestätigt werden.

Rauh w a c k e n : Ihr Auftreten ist auf den Bereich östlich Eisenkapel beschränkt. Die Wurstel-Flaserkalk-Folge beinhaltet sieben gelbbraune, partienweise „rauhwackig-zellig“ verwitternde dichte Kalkbänke. Die Mächtigkeit schwankt zwischen 1 und 3 m. Die Bänke sind gleichmäßig im Profil verteilt.

Schliffe zeigen einen Mudstone, meist fossilleer, jedoch mit deutlichen Anzeichen bioturbater Verwühlung. Die Bioturbation äußert sich in mm-breiten Wühlgängen, gefüllt mit Pellets und detritärem Quarz. Im unverwühlten Anteil sind Calcit-Pseudomorphosen nach (?) Gips häufig. Neben cm-großen Plastiklasten treten vereinzelt stromatolithische Strukturen auf.

Breccien : Etwa in der Mitte der Wurstel-Flaserkalk-Folge treten, 65 m mächtig, kavernös verwitternde Breccien auf. Sie werden im Liegenden von Wurstelkalcken, im Hangenden von bioturbat verwühlten Laminiten begrenzt. Bei den Breccien handelt es sich nach dem Gelände-

befund um „polymikte“ dolomitische und kalkige Komponenten (\varnothing -mm-Bereich bis 20 cm) in orangeroter bis gelblich brauner kalkiger Matrix. Die Textur entspricht einem Wackestone. Zwischen den Breccienbänken treten mehrmals dm-mächtige Einschaltungen von intensiv rot-orange, grau-orange laminierten Kalken auf.

In Dünnschliffen treten an Breccienkomponenten auf: Dolomikrite, Dolosparite, Oosparite, Gips-Quarz-Glimmer-reiche Mudstones. Die kalkige Matrix ist z. T. reich an evaporitischen Mineralen. Der unlösliche Rückstand (Gesamtstein) schwankt zwischen 15 und 25 Prozent. Fossilien fehlen.

Die laminierten Zwischenlagen werden im Schliff von abwechselnd roten und grauen mikritischen Bändern (Abstand um 0,5 mm) aufgebaut. Häufig sind Plastiklaste. Die Laminierung erinnert an „warvenähnliche“ Schichtung und wird von den Plastiklasten unterbrochen. Rundliche und linsige Hohlräume (\varnothing bis 1 mm) sind mit Gips erfüllt. Den Abschluß des Breccienhorizontes bilden ca. 80 cm mächtige Rotkalke (Pelmikrite), die von keilartigen Spalten (Breite bis 1 cm) durchsetzt sind. Die Füllung der Spalten erfolgte durch rotes, toniges Material.

Bankkalke

Die über der Wurstel-Flaserkalk-Folge auf 120 m Mächtigkeit auftretenden Bankkalke, die mit dem Einsetzen des „Zwischendolomits“ enden, stellen eine Wechsellagerung plattiger und grobbankiger, grauer Kalke dar. Eingeschaltet sind drei Dolomithorizonte von 0,6 und 1,3 bzw. 7 m Mächtigkeit.

Die plattigen Kalke sind körnig dicht, oftmals laminiert. Grobbankige Bereiche sind reich an Calcitaderung und in den hangendsten Profilabschnitten intensiv schichtparallel stylolithisiert.

Bezüglich der Bankausbildung zeigt sich, daß Proben von grobbankigen Kalken als fossilere Mikrosparite bis Mikrite, Proben von plattigen Kalken als sparitische Typen mit z. T. hohem Gehalt an Allochemen ausgebildet sind. Als Mikrofaziestypen lassen sich Oosparite, Pel-Mikrosparite, Krümelkalke und Laminite mit resedimentierten Klasten unterscheiden. Die unlöslichen Rückstandsmengen im gesamten Profilabschnitt schwanken zwischen 1 und 5 Prozent. Auffallend ist das spontane Zurücktreten von detritärem Quarz und Hellglimmer.

Die auftretenden Dolomite lassen sich genetisch zwei Typen zuordnen: die zwei geringmächtigen Lagen sind euhedrale Dolomite mit großen einschlußreichen Kernen (vgl. RICHTER 1974). Die Kristallgrößen schwanken zwischen 0,4 und 0,7 mm. Hierbei handelt es sich um „spätdiagenetische“ Dolomite.

Der zweite Typus, 7 m mächtig, entspricht einem „primären“ Dolomit, gebildet unter Bedingungen eines hypersalinaren Milieus. Die

Überlagerung dieses Dolomithorizontes bilden Oosparite – z. T. mit „complex ooids“ (CAROZZI 1964) – und Laminite mit resedimentierten brecciösen Klasten.

Schlußfolgerung

Der Flaser-Wurstelkalk-Komplex östlich von Eisenkappel stellt im Zusammenhang mit Rauhacken eine ruhige, schwach terrigen beeinflusste, bioturbat verwühlte kalkige Fazies dar. Sie kann nach TAFT (1967) mit den bioturbat verwühlten sandigen Schlammablagerungen der Bahama-Bank verglichen werden.

Die Einschaltung von Rauhacken ist (vgl. BRANDNER 1972) auf lagunäre Abschnürungen unter evaporitischen Verhältnissen zurückzuführen. Für die Breccien wird eine authochtone Entstehung – „collaps breccias“ im Sinne von LUCIA (1972) – angenommen. Collaps-Breccien setzen einen supratidalen, evaporitischen Ablagerungsraum voraus. Die kavernöse Verwitterungsform einzelner Komponenten spricht für ein primär gipsführendes Gestein, das durch Einfluß von Frischwasser „in situ“ zerbrochen ist. Laminierung, Plastiklaste, Fehlen von Fossilien und evaporitische Minerale stimmen mit dem rezenten Sabkha-Modell unter ariden Klimaten überein.

Vor allem die Spaltenbildungen mit ihren tonigen Füllungen (vgl. u. a. FISCHER 1964) weisen auf eine mögliche Trockenlegungsphase hin.

Gegenüber der Wurstel-Flaserkalk-Folge wurden die Bankkalkte mit ihren allochemreichen, sparitischen Typen unter weitaus höheren energetischen Bedingungen abgelagert. Der ständige Wechsel von allochemreichen und allochemarmen Sedimenten wird auf wechselnd sub- und intertidale Sedimentationsbedingungen zurückgeführt. Die über den supratidalen Dolomiten auftretenden Oosparite und Laminite mit resedimentierten Klasten werden als transgressive Sedimente aufgefaßt (LUCIA, 1972).

Plattendolomite

Im Bereich des Waidischtales, zwischen Zell Pfarre und Ferlach, ist die Untere Schichtgruppe dolomitisch ausgebildet. Die 160 m mächtige Abfolge wird von dunkelgrauen Plattendolomiten aufgebaut. Häufig sind zwischen den ebenflächigen Dolomitbänken im mm- bis cm-Bereich glimmer- und quarzreiche Mergellagen eingeschaltet. Dünnschliffe zeigen Dolomikrite und Dolosparite mit wechselndem Gehalt an Pellets und Ooiden.

Bankkalke und Mergel

Die Untere Schichtgruppe im westlichsten Aufnahmegebiet (Bären-tal) wird von bituminösen Bankkalken, wechsellagernd mit Mergelbän-dern, aufgebaut. Die Mächtigkeit der Mergel reicht vom mm-Bereich in Bankfugen bis max. 2 m. Die Kalke sind fossilfreie Mikrite.

Mittlere Schichtgruppe „Zwischendolomit“

Über den Bankkalken bzw. Plattendolomiten folgen mit unscharfer schlieriger Grenze hellgraue, massige Dolomite. Die Mächtigkeit dieses Dolomitkomplexes kann bis 150 m betragen. Die Dolomite verwittern tiefgründig, sandig-mehlig. Bankung sowie sedimentäre Strukturen (ver-einzelt laminierte Lagen) sind äußerst selten. Schliffe zeigen einen anhe-dralen Dolomit wechselnder Kristallgröße (\varnothing 0,07–0,85 mm), der weder Zonarbau noch „Pelletphantome“ aufweist.

Nur im Bereich des Hochobirs (Profil Leinschitsch) ist eine Wechsel-lagerung von Kalken und Dolomiten vertreten. Die Grenze Kalk–Dolo-mit ist an ausgeprägte Stylolithen gebunden. Nach MISIK (1970) stellen Stylolithen Barrieren für Mg-Lösungen dar. Die mikritischen Kalke weisen ein Dolomitmosaik auf, das aus kleinen (\varnothing um 0,07 mm), stark verunreinigten Dolomitkörnern gebildet wird, während wahrscheinlich primär calcisparitische Typen klare und vielfach größere Dolomitkristalle beinhalten. MISIK (1970) führt diese Abhängigkeit auf die Zahl der vorhandenen Nukleationszentren zurück.

Der „Zwischendolomit“ in den Karawanken wird als epigenetisch geprägter Gesteinskomplex aufgefaßt, nicht jedoch als Faziesseinheit im Sinne eines stabilen Sedimentationsraumes, wie es im „anisischen Zwi-schendolomit“ des Drauzuges der Fall ist (vgl. BECHSTADT, BRANDNER & MOSTLER, 1976).

Obere Schichtgruppe

Die über dem „epigenetisch“ geprägten „Zwischendolomit“ vor-handene Schichtgruppe läßt äußerst differenzierte Sedimentationsbedin-gungen erkennen:

Knollenkalke

Der bis zu 80 m mächtige Gesteinstypus wird von dunkelgrauen bis bräunlichgrauen bituminösen Kalken (Dolomiten) aufgebaut. Die Schichtflächen sind wellig, wulstig, mit tonigen Bestegen versehen. Oftmals sind siltige Kalkschiefer vorhanden, in denen Kalkknollen schwimmen. Schwärzliche Hornsteinknauern sind häufig. Mikrofazial

erweisen sich die Knollenkalken als mikritische bis mikrosparitische, oft filamentreiche Typen. Neben Ammonitenresten ist eine z. T. reiche Ostracodenführung zu beobachten. Bioturbation ist kennzeichnend für diesen Faziestyp.

Knollendolomite

Die meist bräunlichgrauen Dolomite treten im dm- bis m-Bereich zwischen Knollenkalken auf. Nach KUBANEK (1969), cit. in BECHSTÄDT & MOSTLER (1974), erfolgt eine Dolomitneubildung an Drucklösungs-zonen. Die Dolomite sind nicht stöchiometrisch aufgebaut, sie weisen einen Calciumüberschuß auf. Das Mg-Angebot für die Neubildung der Dolomite erfolgt durch Drucklösung von „low-magnesium-calcite“.

In den Karawanken (N- und S-Stamm) ist das Auftreten dieser Dolomite jeweils an Bereiche tuffitischer Einschaltungen gebunden.

Mikrofaziell lassen sich diese Gesteine schwer typisieren. Schiffe zeigen eine mikroparitische Grundmasse mit calcifizierten Radiolarien und völlig umkristallisiertem Detritus, wobei die Allocheme (meist Filamente) von einem dichten dolomitischen Saum umgeben werden, der sich vielfach zur Grundmasse zusammenschließt.

Der Sedimentationsraum dieses Kalk(Dolomit)-Typus wird von zahlreichen Autoren (BECHSTÄDT, BRANDNER & MOSTLER 1976 cum. lit.) als pelagisch mit „Beckencharakter“ gedeutet.

„Tuffite“

Tuffitlagen werden von zahlreichen Autoren als lithostratigraphische Leithorizonte herangezogen (z. B. BAUER, 1970, LIST, unpubl.). PILGER & SCHÖNENBERG (1958), BECHSTÄDT & MOSTLER (1974), BECHSTÄDT, BRANDNER & MOSTLER (1976) sehen das erste Auftreten basischer bis intermediärer Tuffe (Nördliche Kalkalpen, Gailtaler Alpen, Südalpen) als zeitgleiches Ereignis. Die biostratigraphische Einstufung erfolgte in das Illyr (Trinodosus-Zone).

Im „Anis“ der Karawanken (Nord- und Süd Stamm) treten tuffitische Lagen in Knollenkalken (-dolomiten) auf. Die Zahl der intensiv grünen Lagen schwankt zwischen 1 und 14. Die Mächtigkeit liegt meist unter 10 cm, selten im dm-Bereich. In der Flachwasserfazies fehlen tuffitische Einschaltungen.

Im Süd Stamm der Karawanken treten tuffitische Lagen bereits ab der Basis des Muschelkalk-Konglomerates auf (vgl. BAUER, 1973). Neben dm-mächtigen, bläulich-grünen Lagen tritt tuffitisches Material auch als Matrix und als Geröllbestand der Konglomerate auf.

Ob die „Tuffitlagen“ im Nord- und im Süd Stamm der Karawanken petrographisch Tuffiten entsprechen, kann wegen des hohen Zersetzungsgrades nicht beurteilt werden.

Röntgen-Diffraktometer-Aufnahmen (Gesamtgestein) zeigen lediglich das Vorhandensein von Quarz, Illit/Muskowit, z. T. Kaolinit, untergeordnet Plagioklas und Pyrit.

Bankkalke

Das Verbreitungsgebiet dieser hangenden Kalkfazies beschränkt sich auf den Raum östlich von Eisenkappel. Die Gesamtmächtigkeit dieser Schichtgruppe schwankt zwischen 40 und 200 m. Die Abfolge wird aus unregelmäßig wechsellagernden grauen Bankkalken (vgl. Mikrofaziestypus: B, D, E, C) und grobbankigen Kalken (MF-Typus A) aufgebaut. Die Überlagerung bilden braunschwarze bituminöse Kalke, in denen örtlich biogenerreiche Knollen eingelagert sind.

Mikrofazies (= MF)-Typus A: Schuttkalke: Dieser dm- bis max. 3 m mächtige Gesteinstypus tritt bis zu achtmal im Profil auf. Ein linsiges Auskeilen ist mehrmals zu beobachten.

Schliffe von Schuttkalken zeigen eine sparitische Matrix. Den Hauptanteil der Komponenten bilden Litho- und Bioklaste mit z. T. hohem Zerbrechungsgrad. Die Intergranulare sind mit Feindetritus und Pellets gefüllt. Häufig sind intern gradierte Hohlraumfüllungen.

Überwiegender biogener Anteil ist *Tubiphytes obscurus*, weiters algumkrustete Echinodermereste, *Holocoelia* sp., *Uvanella* sp., Reste von Bryozoen und Nubecularien.

Die Textur der Schuttkalke entspricht einem Grainstone bis Packstone schlechter bis mittelmäßiger Sortierung. Nach dem Zerbrechungsgrad der Komponenten ist eine Zuordnung zu E. I. IV₁-V₂ wahrscheinlich, was einer mäßig bis stark bewegten Wasserturbulenz entspricht (nach PLUMLEY et al. 1962).

MF-Typus B: Gradierte Sedimentzyklen: Plattige Kalke zeigen oftmals Gradierung. Die Mächtigkeit der gradierten Anteile schwankt zwischen 0,4 und 2,5 cm. Pro Bank (8 bis 10 cm mächtig) sind 2 bis 3 gradierte Anteile vorhanden.

Die Basisanteile eines Gradierungszyklus werden von gut gerundeten bis kantengerundeten Bio- und Lithoklasten grobarenitischer bis feinruditischer Korngrößen in sparitischer Matrix aufgebaut. Die Komponenten entsprechen denen des MF-Typus A. Die Übergänge zum Feinanteil werden bei gleichmäßig abnehmenden Korngrößen von „skeletal-pelletal-sand“ (EVANS et al. 1973) gebildet. Der Top des gradierten Anteils zeigt siltitische Korngrößen mit eingeregelter Filamenten. Der folgende Gradierungszyklus zeigt ein Einsacken der groben Komponenten bzw. Erosionserscheinungen des liegenden Feinanteils. Nahezu regelmäßig tritt dieser MF-Typus im Zusammenhang mit dolomitischen Bändern (vgl. MF-Typus C) auf.

MF-Typus D: Kalkarenite: An Komponenten treten Feindritris und Pellets in sparitischer Matrix auf. Das fein- bis mittelarenitische Sediment ist gut sortiert. Die Textur entspricht einem Grainstone. Untergeordnet treten laminare Fenstergefüge vom Typus LF-A und LLH-S auf.

MF-Typus E: Laminite: Plattige Kalke sind oftmals hellgrau-bräunlichgrau gebändert. Die dunklen Bänder sind „filamentreiche“ Mikrite. Die bis zu 10 cm langen und ca. 0,1 mm starken Filamente erinnern an Algen-Stromatolithe. Vereinzelt treten flache linsige pelsparitische Einlagerungen im dichten Sediment auf. Sie entsprechen einer offenen Flachlinsenschichtung.

Die hellen sparitischen Bänder bilden (ident MF-Typus B, D) geringmächtige, z. T. gradierte Lagen.

MF-Typus C: Dolomitbänder: Sie treten als im mm-Bereich gebänderte Gesteine auf, die sich aus lichtgrauen Kalkbändern und weißen Dolomitbändern zusammensetzen.

Schliffe zeigen 0,5 bis 2 mm mächtige, planlaminare, kryptokristalline Dolomite mit vereinzelt Dolomit-Pseudomorphosen nach (?) Gips. Die Kalkbänder werden durch arenitische, vielfach gradierte Lagen (bis 3 cm) gebildet.

Morphologie und Ausbildung der weißen Dolomitbänder entsprechen nach MULTER & HOFFMEISTER (1968), PURSER (1973) – subaerischen Dolomitkrusten. Die Bildung von Dolomitkrusten wird von SHINN et al. (1965), GAVISH (1974) auf „surface evaporation“ zurückgeführt: durch kapillare Vorgänge gelangt aus dem salinaren Grundwasserspiegel Mg-reiches Wasser an die Sedimentoberfläche, wo es zur Verdunstung gelangt.

Die gradierten Arenitlagen stellen nach rezenten Vergleichen (SHINN et al. 1965, REINECK & SINGH 1972), „high-tide“-Sedimente bzw. „storm-deposites“ dar.

Im Zusammenhang mit Dolomitkrusten treten weitere supratidale Faziesanzeiger auf: Emersionsbreccien, vadose Pisoide, tepee-Strukturen, Kristall-Silt und stalaktitischer Zement.

Die aufgezeigten Mächtigkeitsunterschiede (40–200 m) sind dadurch zu erklären, daß in benachbarten Profilen keine Hinweise auf supratidale Faziesanzeiger gegeben sind.

Die Überlagerung dieser reich gliederbaren Abfolge bilden eintönig braunschwarze bituminöse Kalke, die einheitlich als Biomikrite lagunärer Fazies angesprochen werden können. Algenfilamente und Echinodermetritris sind am Aufbau dieses Sedimenttypus wesentlich beteiligt.

Lokal treten in dieser Abfolge brotlaibförmige Knollen auf (\varnothing 30 bis 50 cm). GESSNER (1963) beschreibt morphologisch ähnliche Knollen (Phacoide) aus den Reiflinger Kalken. Ihre Entstehung wird auf submarine Gleitung kaum verfestigten Materials bzw. „slumping“ zurückgeführt.

Die mikrofaziellen Unterschiede der Phacoide zu den eigenen biogenreichen Knollen sind zu groß, um eine gleiche Genese annehmen zu können.

Am Aufbau der Knollen sind beteiligt: ein röhrenförmiges Gerüst von *Holocoelia toulai*, ferner kleine Korallenstöckchen, *Uvanella irregularis* und ein dichtes Gewebe von *Tubiphytes obscurus*. Auffallend ist die Art der Zementation: neben Kristall-Silt finden sich ausgelaugte Tubiphyten-Skelette, die geopetal durch Mikrit und stalaktitischen Zement gefüllt sind. UNLAND (1975) führt diese diagenetischen Texturen auf frühe Zementation (vadose Zementation) in einem meteorisch beeinflussten Bereich zurück.

Schlußfolgerung

Die mikrofaziellen Details lassen einen extrem flachen, oftmals supratidalen Ablagerungsraum erkennen. So entsprechen die filamentreichen Mikrite mit Linsenschichtung den rezenten Watablagerungen. Die überaus häufigen gradierten Einschaltungen können auf kurzzeitig erhöhte energetische Verhältnisse (Sturmfluten usw.) zurückgeführt werden. Einer Deutung als subtidale, reliefgebundene Gradierungszyklen bzw. typische allodapische Kalke sensu MEISCHNER (1964) steht das Zusammenauftreten mit subaerischen Dolomitkrusten bzw. Emersionshorizonten entgegen.

Die Wechsellagerung von Laminiten und sparitischen Kalkareniten entspricht nach LUCIA (1972) ebenfalls dem Gezeitenbereich („mixed flats“). Schuttkalke, die über subaerischen Dolomitkrusten auftreten, stellen nach MULTER & HOFFMEISTER (1968) transgressive Sedimente dar. Die in mehreren Fällen linsig auskeilenden Schuttkalke können nach rezenten Schaubildern als „strandwall-ähnliche“ Bildungen angesehen werden.

Die gleichmäßig mikritischen Sedimente, in denen lokal biogenreiche Knollen auftreten, entsprechen einer Lagunenfazies.

Plattendolomite

Das Verbreitungsgebiet dieser hangenden Dolomitfazies beschränkt sich auf das westliche Waidischtal. Die 40 bis 50 m mächtige Abfolge wird aus hellgrauen bis grünlich-grauen dichten Dolomiten aufgebaut. Sedimentäre Strukturen (Laminierung, bird eyes, Stromatolithe und vadose Zemente) lassen einen extrem flachen Ablagerungsraum erkennen.

LITHOLOGIE IM SÜDSTAMM

Die Untere Schichtgruppe ist durch helle Dolomite und sparitische Algenkalke (*Diplopora hexaster*, *Physoporella pauciforata* zusammen mit *Tubiphytes obscurus*) ohne terrigene Beeinflussung gekennzeichnet. Dieser Karbonatkomplex dürfte, sofern die Aufschlußverhältnisse es erlauben, als eine konstante Fazies Einheit anzusehen sein. Über diesem Karbonatkomplex folgen petrographisch fragliche Tuffe. ASSERETO (mündl. Mitt. 1976) sieht in den Südalpen im Auftreten von Tuffen zusammen mit Emersionen eine tektonische Phase (Post-Serler-Phase). Diese tektonische Phase bewirkte eine weiträumige Differenzierung des Sedimentationsraumes.

Im Südstamm der Karawanken sind die Verhältnisse sehr ähnlich. An Sedimenten treten Mergel und Kalke (bioturbate Flaserkalke übergehend in Knollenkalke) auf. PREY (1975) erwähnt ammonitenführende Rotkalke in Hallstätter Fazies im Bereich des Loiblpasses. Wie aus Fig. 3 hervorgeht, erstreckt sich diese pelagische Fazies praktisch über den gesamten Südstamm der Karawanken (in den zwei östlichsten Profilen sind die Hangendanteile nicht aufgeschlossen).

Das entscheidende Merkmal im „Anis“ des Südstammes ist das Auftreten von klastischen Sedimenten (Konglomerate, Sande, Silte). Dieser Gesteinskomplex („Muschelkalk-Konglomerat“) wird von KAHLER & PREY (1963) und von BAUER (1973) an die Basis des Muschelkalkes, von BUSER (1974) in das Ladin gestellt. BRANDNER (1972) stuft die Konglomerate in das „mittlere Anis“ (Pelson/Unter-Illyr) ein.

In den Karawanken fehlen derzeit stratigraphisch sichere Einstufungen. Die Konglomerate treten in Basisnähe (Kupitz-Klamm, Potok-Graben), in Profilmitteln (Obojnig-Graben) und in sehr hoher Stellung (Bärengraben) auf.

Es entsteht der Anschein, daß die Konglomerate von Ost nach West in immer höheren Einheiten auftreten.

MÄCHTIGKEITEN

In der folgenden Aufstellung sind die aufgenommenen (= aufgeschlossenen) Profilmächtigkeiten, getrennt nach Lithologie und Bereichen, angeführt. Die Mächtigkeitsangaben (exklusive Werte in Klammern) reichen von den Werfener Schichten bis zum Einsetzen von Wettersteinkalk oder -dolomit bzw. Partnachsichten.

Fig. 2 zeigt, als Summenkurve dargestellt, die starke lithologische Differenzierung im Nordstamm. Im Südstamm zeigt das Diagramm den hohen Anteil klastischer Sedimente (Konglomerate, sandig-siltige Sedimente), der zugleich das wesentliche Unterscheidungsmerkmal zwischen nord- und südalpiner Entwicklung darstellt.

MÄCHTIGKEITSVERTEILUNG:

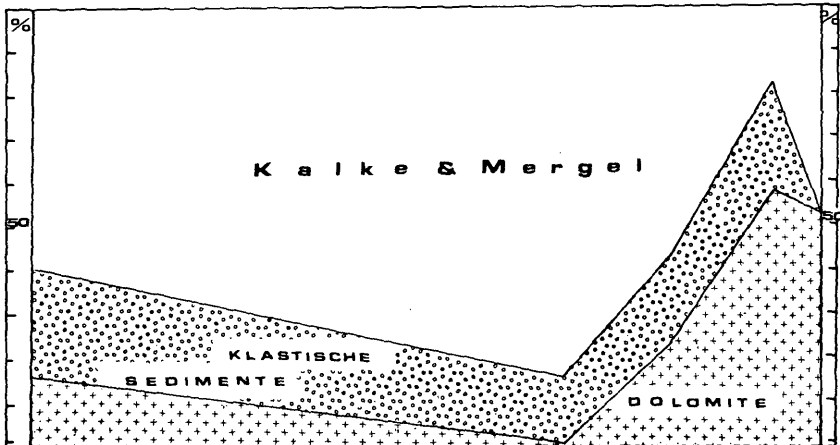
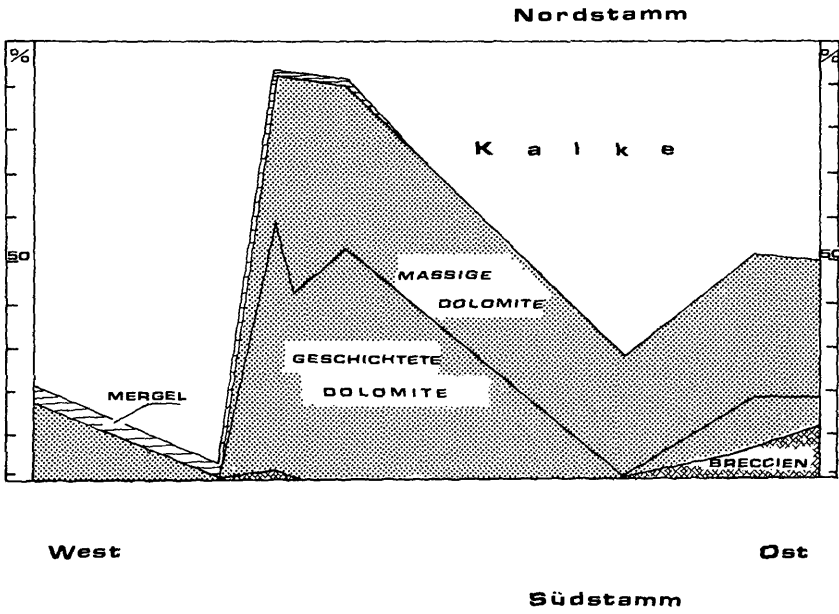


Tabelle 2:
Mächtigkeitsverteilung „anisischer“ Gesteinstypen
im Nordstamm (Angaben in Metern)

Profil	Massige Dolomite	Gebankte Dolomite	Breccien	Kalke	Mergel	Summe
Luscha-Alm, Globasnitz	150	33	65	237	–	485
Goreca	150	30	33	240	–	453
Leinschitsch, W. H. Brunner	80	2	1	210	–	293
Wabutschnig-Klamm	150	205	–	32	3	390
Waidisch	140	120	–	22	1	283
Unterwaidisch	50	95	3	10	1	(159)
Unterloibl	–	–	–	250	7	(257)
Sinacher Gupf, Bärental	30	–	1	120	7	(158)

Mächtigkeitsverteilung im Südstamm

	Dolomite i. A.	Klastische Sedimente	Kalke und Mergel	Summe
Andreas-Straße	45	(?)	40	(85)
Kupitz-Klamm	70	30	20	(120)
Obojnig-Graben	70	60	190	320
Potok-Graben	(?)	50	290	340
Bärengraben	30	45	100	(175)

FAZIESVERTEILUNG

Die Grundzüge der Sedimentverteilung sind aus Fig. 3 ersichtlich, wobei im wesentlichen die differenzierten Verhältnisse der „Oberen Schichtgruppe“ dargestellt wurden.

Im Nordstamm der Karawanken liegen nach der Ablagerungstiefe zwei Extreme vor: einerseits Sedimente, die „Beckencharakter“ aufweisen, und andererseits Sedimente, die im Flachwasserbereich abgelagert wurden. Aufgrund der faziellen Situation bzw. des Fehlens von Faziesverzeichnungen müssen syngenetische Bruchsysteme angenommen werden.

Äquivalente Beobachtungen über „syntektonische Aktivitäten“ in der Mitteltrias liegen aus den Gailtaler Alpen und aus den Südalpen vor (BECHSTADT, BRANDNER & MOSTLER 1976 cum lit.).

Während sich im Nordstamm der Karawanken eine „Plattform-Bekken-Morphologie“ herausgestaltet, entwickelt sich im Südstamm ein ausgedehnter pelagischer Sedimentationsraum.

GEOCHEMIE

Die Analytik auf Blei und Zink (970 Proben) wurde im Labor der Bleiberger Bergwerks Union polarographisch durchgeführt.

Die Nachweggrenze für Zink und Blei liegt bei 100 ppm.

Pb/Zn-Gehalte „anisischer“ Gesteine

Blei: Die Bleigehalte „anisischer“ Gesteine schwanken zwischen <100 und 4000 ppm, wobei 90% der Proben Werte unter 100 ppm aufweisen. Neben nicht deutbaren, z. T. sehr hohen Streuwerten ergibt sich eine Konzentrationserhöhung in unmittelbarer Nähe von tuffitischen Einlagerungen. Tuffite selbst sind frei von Blei. Diese Konzentrationserhöhung findet sich in pelagischen Kalken (Knollenkalken, -dolomiten) des Bärenales, im Profil Unterloibl und im Waidischtal. Die pelagische Fazies östlich des Waidischtales ist bleiarm. Die Bleiarmut der kalkigen und dolomitischen Flachwasserfazies des Nordstammes sowie die Bleiarmut aller Gesteinstypen des Südstammes ist signifikant.

Zink: Das Spektrum der Zinkgehalte reicht von <100 bis 7200 ppm, wobei 75% der Proben Werte unter 100 ppm aufweisen.

Während das Blei lokal eine Bindung an die pelagische Fazies aufweist, ist eine erhöhte Zink-Konzentration in mehreren Faziesbereichen gegeben. Stark erhöhte Zinkgehalte treten in der Oberen Schichtgruppe, in dolomitischer Flachwasserfazies auf. Die äquivalente Kalkfazies ist zinkarm. In der pelagischen Kalkfazies treten nur lokal (Bärenal) in tuffitischen Kalken erhöhte Zinkwerte auf. In der Unteren Schichtgruppe sind es die „Collaps-Breccien“ und z. T. die Rauhacke, die eine auffallende Konzentrationserhöhung an Zink aufweisen. Getrennte Analysen von Matrix und Komponenten ergaben eine bevorzugte Bindung des Zinks an die rote, kalkig-tonige Matrix.

Tabelle 3:
Gegenüberstellung der Zn- und Pb-Mittelwerte (\bar{x})
„anisischer“ Sedimenttypen.

Zn_{max.}: Höchstwert, in Klammer Probenzahl. Angaben in ppm.

	\bar{x}_{Zn}	Zn _{max.}	\bar{x}_{Pb}	Pb _{max.}
NORDSTAMM				
„primär“ gebildete				
Dolomite	227 (254)	7200	25 (254)	700
„epigenetische“				
Dolomite	119 (166)	2000	16 (166)	300
Breccien	261 (66)	700	- (66)	-
pelagische Kalke (Dolomite)	85 (89)	1300	201 (89)	4000
Flachwasserkalke	108 (157)	800	20 (157)	300
SÜDSTAMM				
Dolomite	56 (87)	500	9 (87)	500
Kalke	74 (41)	400	- (41)	100

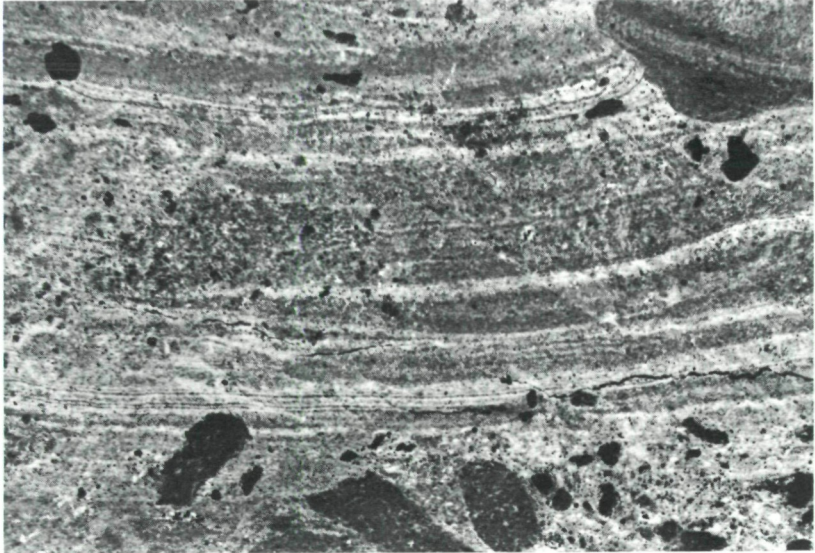


Abb. 1: Rotorange-grauorange gebänderte Kalke als Einschaltungen zwischen dolomitischen Breccien. Die „warvenähnliche“ Schichtung wird von Plastiklasten unterbrochen. Gipsknöllchen als schwarze Flecken (obere Bildhälfte). Untere Schichtgruppe, Forststraße Luscha-Alm. Dünnschliffnegativ, Vergr. 4×.

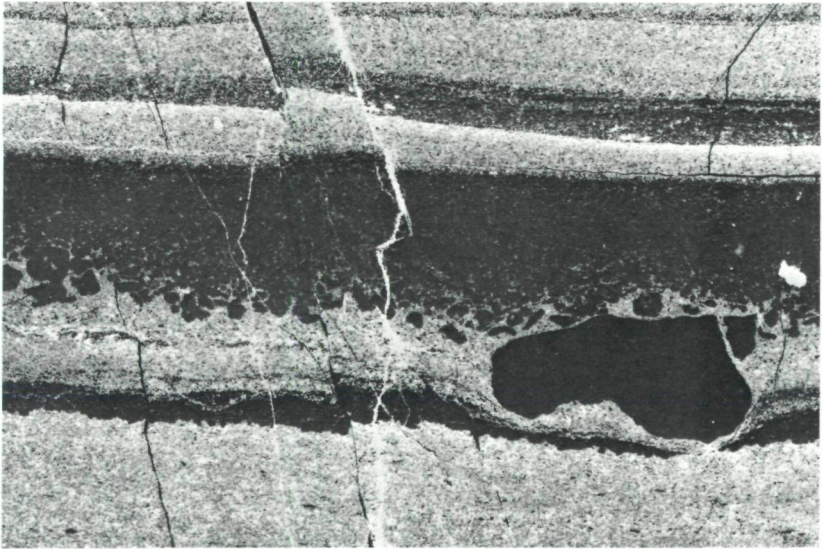


Abb. 2: Gradierte Einschaltung in laminierten Kalken mit Erosionserscheinung an der Basis. Bankkalke, Obere Schichtgruppe östlich Eisenkappel. Folie, Vergr. 4×.

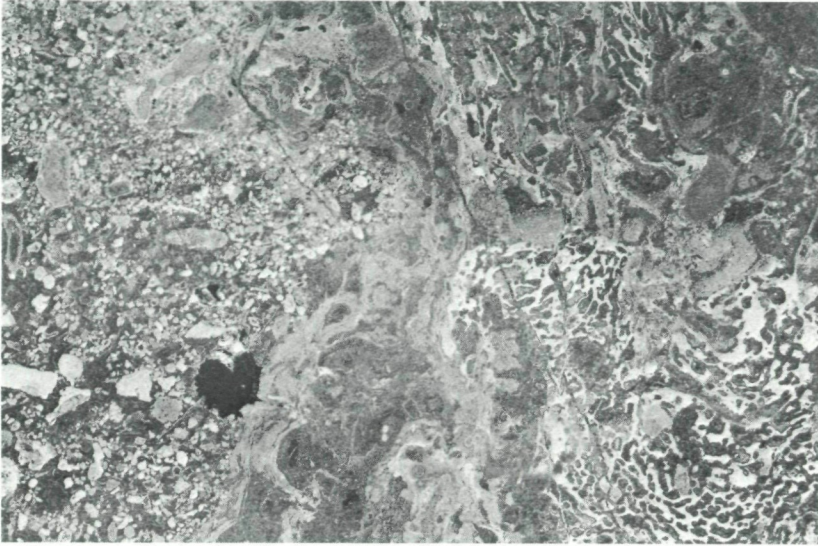


Abb. 4: Biogenreiche Knollen mit *Uvanella irregularis* (linke untere Bildhälfte) und *Tubiphytes obscurus*. Obere Schichtgruppe, Vergr. 2,5 X.

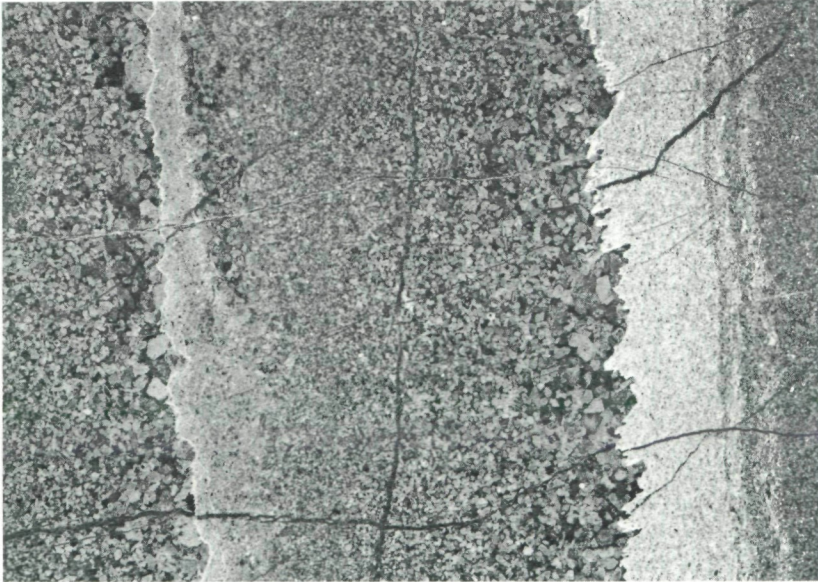


Abb. 3: Gradierter Sedimentzyklus. Die Grenze Grob-Feinanteil ist stylolithisch überprägt. Bankkalkle, Obere Schichtgruppe östlich Eisenkappel. Dünnschliffnegativ, Vergr. 4 X.

Im Südstamm der Karawanken sind stark streuende Zinkwerte sowohl in Dolomiten der Unteren Schichtgruppe als auch in pelagischen Kalken der Oberen Schichtgruppe vorhanden. Die Gehalte erreichen selten 500 ppm. Klastische Sedimente wurden nicht beprobt.

Zur Verteilung von Zink und Blei

Die einzige im Abbau befindliche Lagerstätte in den „anisischen“ Schichten liegt rund 3 km östlich der österreichischen Staatsgrenze in Jugoslawien. Es ist dies der Bergbau Topla. Vererzt ist nach STRUCL (1974) die „mittlere Dolomitserie“ (vgl. Tab. 1).

Die Vergleichsstudien in den Karawanken haben zu folgenden Ergebnissen geführt: erhöhte Zink-(z. T. Blei-)Konzentrationen treten nicht horizontgebunden, sondern faziesgebunden auf, wobei für die Vererzung die Beziehung Sedimentationsraum – „syntektonische Aktivität“ entscheidend sein könnte.

So wird der in Flachwasserfazies vorliegende „Hochraum“ im Waidischtal (vgl. Fig. 3) beidseitig durch syngenetische Bruchlinien begrenzt. Die angrenzende pelagische Fazies ist zinkarm, der Hochraum zinkreich. Speziell in diesem Fall ist an eine syngenetische Metallzufuhr entlang der Bruchlinien zu denken.

Im südalpinen Faziesbereich sind zufolge der stark streuenden Zinkwerte solche Überlegungen nicht angebracht.

ZUSAMMENFASSUNG

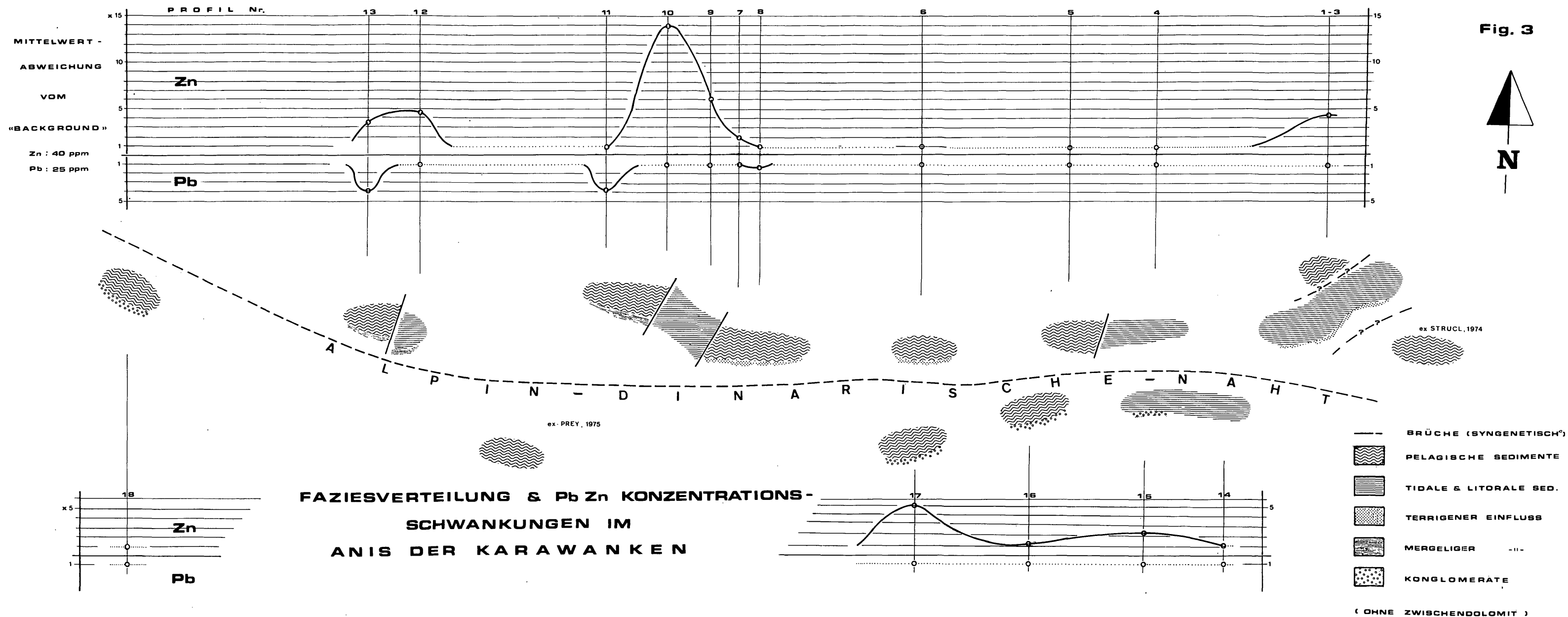
Die „anisischen“ Schichtglieder („Alpiner Muschelkalk“, Mitteltrias) des Nord- und des Südstammes der Karawanken wurden in 18 Profilen erfaßt, lithostratigraphisch gegliedert und geochemisch beprobt.

Der extrem differenzierte Ablagerungsraum im Nordstamm der Karawanken läßt eine „Plattform-Becken-Morphologie“ erkennen. Die Abtrennung der Fazieseinheiten erfolgte syngenetisch durch „syntektonische Aktivität“ im „mittleren bis oberen Anis“.

Die Konzentrationsschwankungen von Zink und Blei sind nicht horizontgebunden, sondern faziesgebunden. Neben nicht deutbaren Streuwerten treten in primär gebildeten Dolomiten und Dolomitbreccien einerseits, in vulkanogen beeinflussten Sedimenten andererseits erhöhte Konzentrationen auf.

Generell läßt sich aus dem Datenmaterial eine „zinkreiche“ Flachwasserfazies und eine „bleireiche“ Beckenfazies ableiten. Für das „Anis“ des Südstammes ergeben sich lokale, jedoch nicht deutbare Konzentrationsschwankungen.

Fig. 3



ABSTRACT

The Anisian „Alpine Muschelkalk“ (middle Triassic) of the Karawanks (Carinthia, Austria) can be divided into three rock units: 1. Flaser bedded limestones in alternation with evaporitic mudstones and dolomitic breccias; above them well bedded limestones with a high content of particles (ooids, pellets). In western areas of the Karawanks the lower part of „Alpine Muschelkalk“ is built up by micritic dolomites.

2. Massive dolomites of „epigenetic“ origin.

3. Limestones and dolomites, built on tidal flat conditions and on the other hand, nodular limestones of open marine environment.

Tectonic activity led to differentiation of facies in the upper Anisian.

The contents of zinc in anisian sediments is partly very high. The concentration of zinc is bound to dolomitic tidal flats and breccias. There is a relation between facies and tectonic activity. Lead seems to be common in pelagic limestones in connection with volcanic layers.

LITERATUR

- BAUER, F. K. (1970): Zur Fazies und Tektonik des Nordstammes der Ostkarawanken von der Petzen bis zum Obir. - *Jahrb. Geol. B. A.* 113:184-245.
- (1973): Ein Beitrag zur Geologie der Ostkarawanken. - *Festschrift Heißel, Veröff. Univ. Innsbruck* 86:1-23.
- BECHSTÄDT, Th., & MOSTLER, H. (1974): Mikrofazies und Mikrofauna mitteltriadischer Beckensedimente der Nördlichen Kalkalpen Tirols. - *Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck* 4, 5/6:1-74.
- BRANDNER, R., & MOSTLER, H. (1976): Das Frühstadium der alpinen Geosynklinalentwicklung im westlichen Drauzug. - *Geol. Rdsch.* 65/2:616-648.
- BRANDNER, R. (1972): „Südalpinen“ Anis in den Lienzer Dolomiten (Drauzug). - *Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud.* 21:143-162.
- BUSER, S. (1974): Die Entwicklung der Triasschichten in den westlichen Karawanken. - In „Die Stratigraphie der alpinmediterranen Trias“. - *Symposium Wien, Mai 1973*, 63-69.
- CAROZZI, A. V. (1964): Complex ooids from triassic lake deposits, Virginia. - *Am. Jour. Sci.* 262:231-241.
- EVANS, G., MURRAY, J. W., BIGGS, H. E. J., BATE, R., & BUSH, P. R. (1973): The Oceanography, Ecology, Sedimentology and Geomorphology of parts of the Trucial Coast Barrier Island Complex, Persian Gulf. - In PURSER, B. H. (Ed.): *The Persian Gulf*, 233-279.
- FISCHER, A. (1964): The Lofer cyclothem of the Alpine Triassic. - In MERIAM, D. F.: *Symposium on cyclic sedimentation*. - *Kansas Geol. Surv. Bull.* 196:107-149.
- GAVISH, E. (1974): Geochemistry and mineralogy of a recent sabkha along the coast of Sinai, Gulf of Suez. - *Sedimentology* 21:397-414.
- GESSNER, D. (1963): Stratigraphisch-paläontologische Untersuchungen in den Reiflinger Kalken an der Typlokalität Großreifling (Enns). - *Diss. Univ. Graz*, 182 S.
- KAHLER, F., & PREY, S. (1963): Erläuterungen zur geologischen Karte des Naßfeld-Gartnerkofelgebietes in den Karnischen Alpen. - *Verh. Geol. B. A.*
- LUCIA, F. J. (1972): Recognition of evaporite-carbonate shoreline sedimentation. - In RIGBY, K., & HAMBLIN, W. K. (Ed.) *Recognition of ancient sedimentary environments*. - *Soc. Evon. Paleont. Mineral., Spec. Publ.*, 16:160-191.

- MEISCHNER, K. D. (1964): Allodapische Kalke, Turbidite in riffnahen Sedimentationsbecken. – In BOUMA, A. H., & BROUWER, A. (Ed.): Turbidites. – *Developments in Sedimentology*, 264 S.
- MISIK, M. (1970): Verwischung der ursprünglichen Merkmale in kalkigen Sedimenten und Kalken bei der Dolomitisierung. – *Verh. Geol. B. A.*, 4:673–688.
- MULTER, H. G., & HOFFMEISTER, J. E. (1968): Subaerial laminated crusts of the Florida Keys. – *Geol. Soc. America, Bull.* 79/2:183–192.
- NACHTMANN, W. (1975): Zur Sedimentologie des alpinen Muschelkalkes in den östlichen Gailtaler Alpen (Kärnten). – *Carinthia II*, 165/85:37–60.
- PILGER, A., & SCHÖNENBERG, R. (1958): Der erste Fund mitteltriadischer Tuffe in den Gailtaler Alpen (Kärnten). – *Z. deutsch. Geol. Ges.*, 110/205–215.
- PLUMLEY, W. J., RISLEY, G. A., GRAVES, R. W., & KALEY, M. E. (1962): Energy index for limestone interpretation and classification. – In HAM, W. E. (Ed.): Classification of carbonate rocks. – *Am. Assoc. Petrol. Geol., Mem.* 1:85–107.
- PREY, S. (1975): Geologische Aufnahme Blatt 211, Windisch Bleiberg. – *Verh. Geol. B. A.*, 124–126.
- PURSER, B. H., & LOREAU, J. P. (1973): Aragonitic, supratidal encrustations on the Trucial Coast, Persian Gulf. – In PURSER, B. H. (Ed.): *The Persian Gulf*, 343–376.
- REINECK, H. E., & SINGH, I. B. (1972): Genesis of laminated sand and graded rhythmites in storm-sand layers of shelf mud. – *Sedimentology* 18:123–128.
- RICHTER, D. (1974): Entstehung und Diagenese der devonischen und permotriassischen Dolomite in der Eifel. – *Contr. Sedimentology*, 2:1–101.
- SARNTHEIN, M. (1965): Sedimentologische Profilreihen aus den mitteltriadischen Karbonatgesteinen der Kalkalpen nördlich und südlich von Innsbruck. – *Verh. Geol. B. A.*: 1/2, 119–161.
- SHINN, E. A., GINSBURG, R. N., & LLOYD, R. M. (1965): Recent supratidal dolomit from Andros Island, Bahamas. – *Spec. Publ. Soc. Econ. Paleont. Mineral.*, 13:112–123.
- STRUCL, I. (1974): Die Entstehungsbedingungen der Karbonatgesteine und Blei-Zinkvererzungen in den Anissschichten von Topla. – *Geologija*, 17:383–399.
- TAFT, W. H. (1967): Modern carbonate sediments. – In CHILINGAR, G. V., BISELL, H. J., & FAIRBRIDGE, R. W.: *Carbonate rocks I*, 29–50.
- UNLAND, W. (1975): Sedimentary and diagenetic environments of the Dosso dei Morti-Limestone/Giudicarie (Lower and Middle Anisian, Italy). – *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.* 1/54–64.

Anschrift des Verfassers: Dr. Immo CERNY, Geologische Abteilung der Bleiberg Bergwerks Union, A-9530 Bleiberg.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Carinthia II](#)

Jahr/Year: 1977

Band/Volume: [167_87](#)

Autor(en)/Author(s): Cerny Immo

Artikel/Article: [Zur Fazies- und Blei/Zink-Verteilung im "Anis" der Karawanken \(Mit 4 Abbildungen und 3 Figuren\) 59-78](#)