



**Metabentonite
in dolomitisierten oberladinischen Beckensedimenten
westlich von Abtenau
(Nördliche Kalkalpen, Salzburger Land, Österreich)**

HANS-JÜRGEN GAWLICK, ROLAND STRAUSS & WALTER VORTISCH*)

4 Abbildungen und 1 Tabelle

*Österreich
Salzburger Land
Nördliche Kalkalpen
Hallstätter Zone
Vulkanismus
Metabentonite
Trias
Ladin*

*Österreichische Karte 1 : 50.000
Blätter 94, 95*

Inhalt

Zusammenfassung	35
Abstract	35
1. Einleitung	36
2. Methodik: Röntgendiffraktometrische Phasenanalyse	36
3. Geologischer und stratigraphischer Rahmen	36
3.1. Stratigraphische Position der Metabentonite	36
4. Untersuchungsergebnisse	38
4.1. Mineralbestand	38
4.2. Interpretation	38
5. Diskussion	39
Dank	40
Literatur	40

Zusammenfassung

In oberladinischen (Langobard 1–2) dolomitisierten Beckensedimenten aus dem kalkhochalpinen Dachsteinkalkfaziesbereich konnten Metabentonite nachgewiesen werden. Der hohe Illit-Smektit-Gehalt und die geringen Anteile anderer silikatischer Minerale zeigen, daß es sich bei diesen Metabentoniten um ursprünglich sehr reine, glasreiche vulkanische Aschen gehandelt haben muß, die direkt nach ihrer Förderung in die Sedimentfolge eingelagert wurden und somit möglicherweise als Leithorizont sowohl innerhalb der Hallstätter Serien als auch innerhalb der Plattformkarbonate verwendet werden können.

**Metabentonites in Upper Ladinian Basin Dolomites west of Abtenau
(Northern Calcareous Alps, Salzburg Area, Austria)**

Abstract

In the pelagically influenced (= kalkhochalpin) Dachstein limestone facies zone occur metabentonites incorporated in upper Ladinian (Langobard 1–2) basin dolomites. The metabentonites consist predominantly of illite-smectite. Other silicate minerals are very rare. The composition of the metabentonites suggests that they are derived from glass-rich volcanic ashes, deposited immediately in the platform slope of the Hallstatt Basin. Possibly they are suitable as key layers for the correlation of Hallstatt basin sediments and platform carbonates.

*) Anschriften der Verfasser: Dr. HANS-JÜRGEN GAWLICK, Prof. Dr. WALTER VORTISCH, Montanuniversität Leoben, Institut für Geowissenschaften: Prospektion und Angewandte Sedimentologie, A-8700 Leoben; Dipl.-Geol. ROLAND STRAUSS, % Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Leberberg 9, D-65193 Wiesbaden.

1. Einleitung

Bentonite sind als Anzeiger von „Explosivem Vulkanismus“ für die geodynamische Entwicklung mariner Becken oft von besonderer Bedeutung. Bentonite entstehen durch die (früh-)diagenetische Umwandlung vulkanischer Aschen in Tonminerale, vor allem der Smektitgruppe. Bei fortschreitender Diagenese wandeln sich dann die Smektitite in charakteristische mixed-layer Tonminerale (Illit-Smektitite) um, d.h. Bentonite werden zu Metabentoniten.

Genaue Untersuchungen über triassische Bentonite aus dem kalkhochalpinen Faziesraum fehlen bisher in den Nördlichen Kalkalpen, obwohl vulkanogene Ablagerungen in den triassischen (besonders mitteltriassischen) Schichtfolgen immer wieder erwähnt werden und millimeter- bis metermächtige Einschaltungen in Reiflinger Kalken als basische (z.B. MILLER, 1965:196ff), intermediäre (z.B. HÖLLER, 1963:323 – Dazit bis Andesit; GESSNER, 1966:704; FAUPL & HAMEDANI, 1973 – Trachyt; PLÖCHINGER & WIESENER, 1965 – Andesit) bis saure (z.B. KOBEL, 1969:58ff) Tuffe und Tuffite beschrieben wurden. Die Vulkaniteinschaltungen setzen meist an der Basis des Oberanis ein (z.B. WAGNER, 1970:170; BECHSTÄDT & MOSTLER, 1974:24), haben im tieferen Ladin ihren Schwerpunkt und reichen im Osten der Nördlichen Kalkalpen bis in das basale Karn (TOLLMANN, 1985:39 – cum lit.).

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden tonmineralogische Untersuchungen an Metabentoniten aus dolomitisierten Beckensedimenten des kalkhochalpinen Faziesraumes (Sedimentationstyp: Reiflinger Dolomit) durchgeführt, die stratigraphisch weit in das Langobard reichen, während sonst pyroklastische Ablagerungen in den Nördlichen Kalkalpen im wesentlichen nur vom Illyr bis zum basalen Langobard, aus dem Alpinen Muschelkalk und aus Reiflinger Kalken bekannt gemacht wurden.

Die Frage nach der Herkunft der Pyroklastika wird anhand der Untersuchungsergebnisse diskutiert.

2. Methodik: Röntgendiffraktometrische Phasenanalyse

Von allen Proben wurden Texturpräparate guter Reproduzierbarkeit durch Aufstreichen („smear on glass“) sowie texturarme Präparate durch seitliche Füllung hergestellt (zur genaueren Präparation und weiteren Behandlung siehe VORTISCH, 1982). Die Texturpräparate der stets tonreichen und hinsichtlich der Tonmineralogie nahezu monomineralischen Proben wurden unbehandelt sowie nach Behandlung mit Ethylenglykol (gemäß BRUNTON, 1955; 60°C, mindestens 12 Std.) und nach thermischer Behandlung (350°C, 550°C – jeweils 2 Std.) geröntgt (vgl. VORTISCH, 1982).

Der Gehalt und die Art an Karbonatmineralen, im wesentlichen Dolomit, wurden röntgendiffraktometrisch und CO₂ volumetrisch bestimmt. Die Gehalte der weiteren, nur in sehr geringen Anteilen auftretenden Minerale wurden röntgendiffraktometrisch mit entsprechend angepaßten Standards bestimmt.

Die nähere Charakterisierung der stets dominanten mixed-layer Tonminerale (Illit-Smektitite) erfolgte mit Hilfe der Daten von REYNOLDS (1980).

3. Geologischer und stratigraphischer Rahmen

Die tektonisch allseits begrenzte Hallstätter Zone der Lammerzone im Mittelabschnitt der Nördlichen Kalkalpen wird heute als allochthoner Gleitschollenschwamm (GAWLICK, LEUSCHNER & ZANKL, 1990) interpretiert. Dieser liegt als früh-oberrätische Beckenfüllung (GAWLICK, seit 1991) zwischen dem Osterhorntirolikum im Norden und dem tirolischen Tennengebirgsnordrand im Süden.

Der Gollinger Schwarzenbergkomplex aus dem kalkhochalpinen Dachsteinkalkfaziesbereich als größter Schollenkomplex im Lammertal führt in den oberladinischen, dolomitisierten Beckensedimenten Metabentonite. Die bedeutendsten und mächtigsten Vorkommen treten an der Ostseite des Flichtlhofberges westlich von Abtenau auf (Abb. 1). Diese dolomitisierten oberladinischen Beckensedimente mit ihrer wellig-knolligen Schichtung entsprechen in ihrem stratigraphischen Umfang und ihrer faziellen Ausbildung dem Reiflinger Kalk (TOLLMANN, 1976 – cum lit.), obwohl viele der ursprünglich vorhandenen Sedimentmerkmale durch die Dolomitisierung verwischt wurden.

Da jeder stratigraphische Name (z.B. Reiflinger Schichten) eine paläogeographische Position impliziert, kann bei den dolomitisierten Beckensedimenten der ausgehenden Mittel-Trias des Gollinger Schwarzenbergkomplexes aber nicht von Reiflinger Dolomiten gesprochen werden, da der Schollenkomplex aus dem kalkhochalpinen Dachsteinkalkfaziesbereich hergeleitet wird (GAWLICK, 1994), der sich dem Hallstätter Faziesbereich i.e.S. karbonatplattformwärts angeschlossen haben muß (z.B. LEIN, 1985, 1987). Gleiche litho- und mikrofaziale Ausbildung und gleicher stratigraphischer Umfang einer Schichtfolge berechtigen aber dennoch nicht zu einer gleichartigen Benennung der Schichtfolge. Die dolomitisierten Beckensedimente des Gollinger Schwarzenbergkomplexes werden deshalb analog dem Grafensteig Kalk (HOHENEGGER & LEIN, 1977) als Grafensteig Dolomit bezeichnet, da ihre ursprüngliche paläogeographische Position genetisch mit dem Hallstätter Becken verbunden ist und nicht mit dem Reiflinger Becken s.str.

3.1. Stratigraphische Position der Metabentonite

Über dem anisichen Dolomit des Gollinger Schwarzenbergkomplexes setzt vom unteren Ladin an eine eingeschränkte Beckenentwicklung ein. Ein undeutlich gebankter, heller Dolomit mit Hornsteinknollen südlich der Gschirrwand in 980 m AN führt *Gladigondolella tethydis* HUCKRIEDE, *Gondolella cf. pseudolonga* KOVÁCS, KOZUR & MIETTO und das *Gladigondolella tethydis*-Multielement sensu KOZUR & MOSTLER (= Fassan). Am Haarberg, im Westen des Schwarzenbergkomplexes, zeigt eine bunte Dolomiteinschaltung Anklänge an eine unterladinische Beckenentwicklung (HÄUSLER 1981).

Am Flichtlhofberg tritt dieser rötlich gefärbte Dolomit mit dem *Gladigondolella tethydis*-Multielement sensu KOZUR & MOSTLER (Probe FL3/90) über dem anisichen Dolomit auf. Im Hangenden folgt dann an der Flichtlhofberg-Ostseite ein heller, kieseliger, im Dezimeter- bis Halbmeter-Bereich gebankter Dolomit des Oberen Ladin (GAWLICK, LEUSCHNER & ZANKL, 1990). *Gondolella trammeri* KOZUR, *Gondo-*

Abb. 1.
Geologisch-tektonische Übersichtskarte und Lage der Metabentonitprofile.
Aus GAWLICK (1994), stark vereinfacht.

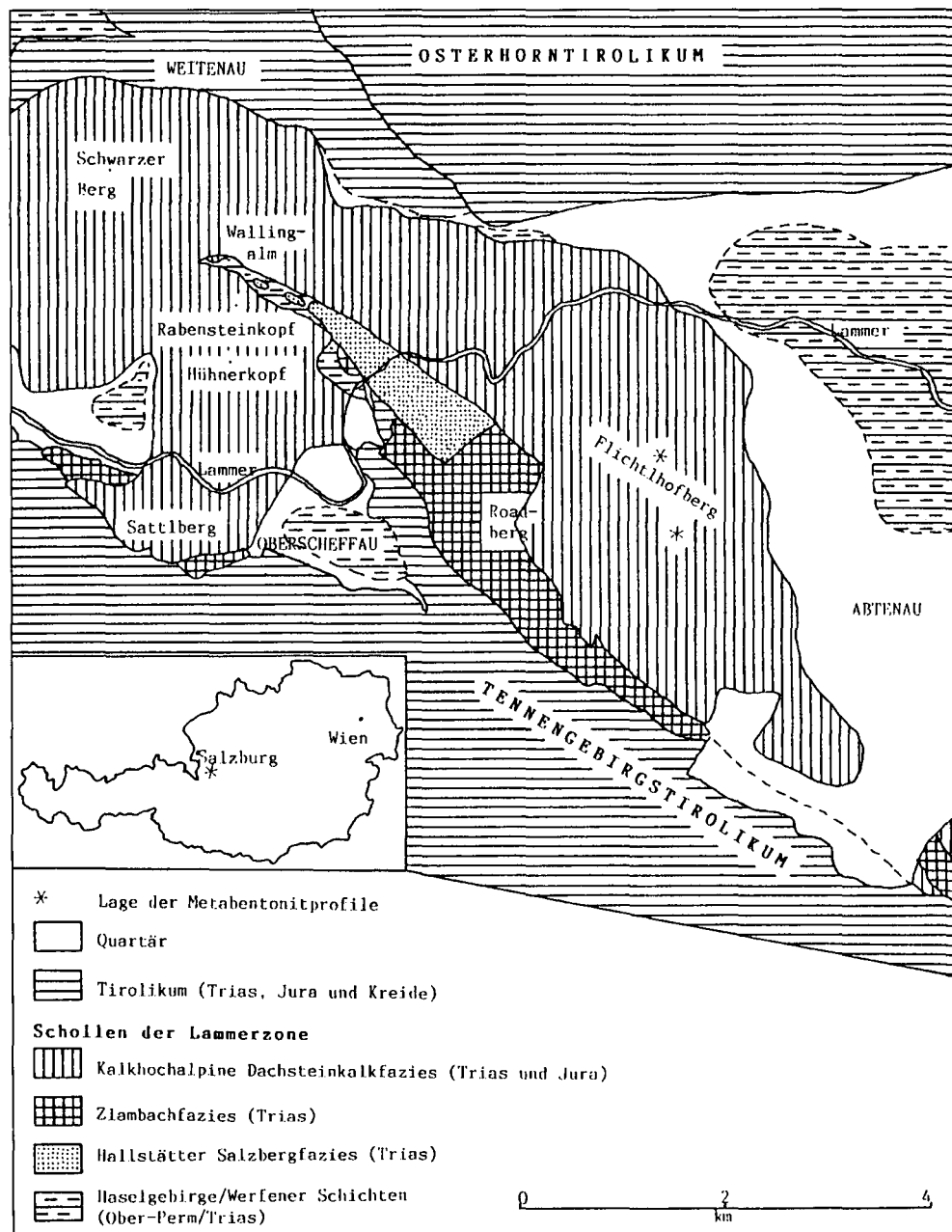
ella inclinata KOVÁCS und das *Gladigondolella tethydis*-Multielement sensu KOZUR & MOSTLER in der Probe HF1a/89 (vgl. Abb. 2 – Profil 1) und *Gladigondolella tethydis* HUCKRIEDE, *Gondolella trammeri* juv. KOZUR, *Gondolella inclinata* KOVÁCS und das *Gladigondolella tethydis*-Multielement sensu KOZUR & MOSTLER in der Probe FL5/90 (vgl. Abb. 2 – Profil 2) belegen Langobard 1–2.

Der im Dezimeter- bis Halbmeter-Bereich gebankte, Metabentonit-führende Grafensteig Dolomit wird im Hangenden massiger. Mit seinen leicht abgerundeten Komponenten, die in einer feinkörnigen Matrix schwimmen, kann dieser massige bis undeutlich gebankte Dolomit als Äquivalent des „Raminger Kalkes“, d.h. als „Raminger Dolomit“ bezeichnet werden. Der Raminger Kalk (TOLLMANN, 1966), der auf den kurzen Zeitabschnitt von Langobard 2 bis Jul 1 (LEIN, 1989) beschränkt ist, leitet mit seinen Kalkturbiditen in die vom höheren Ladin an progradierende Seichtwasserkarbonatplattform des Oberen Wettersteinkalkes über und stellt deren Schuttfächer dar (LEIN, 1989).

Auch westlich der Wallingalm verzahnt sich der Wettersteindolomit der Hühnerkopf-/Rabensteinkopfteilsscholle mit dolomitisierten Beckensedimenten des oberen Ladin und führt dort *Gladigondolella tethydis* HUCKRIEDE und das *Gladigondolella tethydis*-Multielement sensu KOZUR & MOSTLER.

Das Äquivalent des Oberen Wettersteinkalkes ist der Wettersteindolomit der Hühnerkopf-/Rabensteinkopfteilsscholle. Diploporen am Hühnerkopfgipfel (LEUSCHNER, 1989) und dolomitisierte (Kalkalgen-)Riffschutt im Gipfelbereich des Rabensteinkopfes belegen eine Seichtwasserkarbonatentwicklung, die auch weiter im Westen des Gollinger Schwarzenberges belegt werden konnte (LEUSCHNER, 1989).

Ein ähnliches Profil wie an der Ostseite des Flichtlhofberges, allerdings ohne die deutlich ausgebildeten Metabentonitlagen, ist südlich der Wallingalm aufgeschlossen. Im Halbmeter-Bereich gebankte, hellgraue, etwas kieselige Dolomite mit *Gondolella trammeri* KOZUR, *Gladigondo-*



ella tethydis HUCKRIEDE und dem *Gladigondolella tethydis*-Multielement sensu KOZUR & MOSTLER (Langobard) werden von einem massigen, brekziösen Dolomit überlagert, der an der Rabensteinalm in seinen feinkörnigen Anteilen Schwebcrinoiden der *Osteocrinus*-Assoziation führt (LEUSCHNER 1989), die stratigraphisch typisch für die jüngeren Anteile des Raminger Kalkes ist (KRISTAN-TOLLMANN, 1970; TOLLMANN, 1976). Im Hangenden geht der grobe, proximal abgelagerte Raminger Dolomit in die Kalkturbidite und Schiefer der Leckkogelschichten (Jul 2) über.

Die Aufheizung der Sedimente, die für die diagenetische Umwandlung von Bentoniten in Metabentonite von Bedeutung ist, wurde mit Hilfe des Conodont Colour Alteration Index (CAI) auf der Basis der Untersuchungen von EPSTEIN, EPSTEIN & HARRIS (1977), KOVÁCS & ARKAI (1987) und REJEBIAN, HARRIS & HUEBNER (1987) bestimmt. Die Conodonten der Proben in den Profilen mit den Metabentonitlagen wurden mit CAI >1.5–2.0 bestimmt (>60–140°C). Auch die anderen mit Hilfe des Conodont Colour Alteration Index bestimmten Temperaturminima der dolomitisierten Beckensedimente am Flichtlhofberg schwanken

Abb. 2.
Profile der dolomitisierten ober-
lädlichen Beckensedimente an
der Ostseite des Flichthofberges
westlich Abtenau mit den Meta-
bentoniteinlagerungen und Pro-
benlagen.

im Bereich von CAI 1.5 und
CAI 2.0 (GAWLICK & KÖ-
NIGSHOF, 1993).

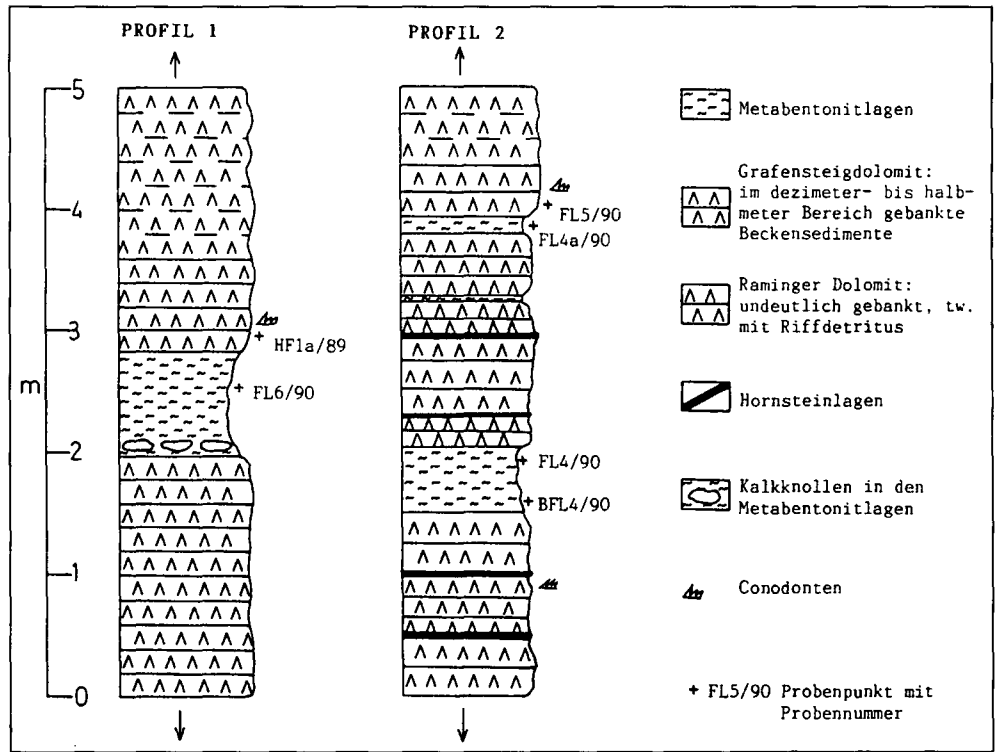
4. Untersuchungsergebnisse

4.1. Mineralbestand

Bei der dominanten Ton-
mineralphase handelt es
sich um reine Illit-Smektite
mit Illit-Schichtanteilen
zwischen 70 und 80 % und
deutlicher Tendenz zu geordneter Wechsellagerung. Die
smektitische Komponente ist montmorillonitischer Zu-
sammensetzung.



Abb. 3.
Mächtige Metabentonitlage in den dolomitisierten Beckensedimenten
(Profil 1) an der Flichthofberg-Ostseite.



Die Tendenz zu geordneter Wechsellagerung wird durch die beiden Reflexe im Bereich von ca. 12.4–13.0 Å und 9.5–9.7 Å nach Ethylenglykolbehandlung dokumentiert (TETTENHORST & GRIM, 1975). Die Reaktion auf thermische Behandlung, d.h. die vollständige Kontraktion auf 10 Å, belegt, daß im wesentlichen nur Dreischichtsilikate, hier Illit und Smektit, bei der Zusammensetzung der Metabentonite am Flichthofberg von Bedeutung sind (Abb. 4).

Als weitere silikatische Mineralphasen treten mit geringen Anteilen Illit/Muskovit, Feldspäte und Quarz auf, zusammen aber mit weniger als 10 % Gesamtanteil an jeder Probe. In den Proben FL4/90 und BFL4/90 sind Spuren von Kaolinit nachweisbar. Hinzu kommen Spuren von Pyrit (höchster Gehalt in der Probe BFI 4/90 mit 1–2 %) und wechselnde Gehalte an Dolomit. Für den Dolomit liegen die Anteile zwischen <1 % (Probe FI 4/90) und 14 % (Probe FI 6/90; siehe Tab. 1).

Tabelle 1.
Dolomitgehalte, Trockenverluste (H₂O-: Lufttrocken – 105°C) und Glühverluste (105°C – 1000°C) der untersuchten Proben.
Lage der Proben siehe Abb. 1 und Abb. 2.

Probe	FL 6/90	FL 4/90	BFL 4/90	FL 4a/90
Dolomit in %	14	<1	<1	5,7
H ₂ O- in %	3,3	7,8	4,3	7,6
Glühverlust in %	13,0	14,0	10,4	13,9

4.2. Interpretation

Die Illit-Smektite, wie sie in den Profilen am Flichthofberg auftreten, sind typische Umwandlungsprodukte der fortgeschrittenen Diagenese von primär smektitischen Bentoniten. Dabei werden aus den Bentoniten Metabentonite (vgl. auch WEAVER, 1953; BYSTRÖM, 1956; SNÄLL, 1977). Als Ausnahme wurde von VORTISCH (1980) die früh-

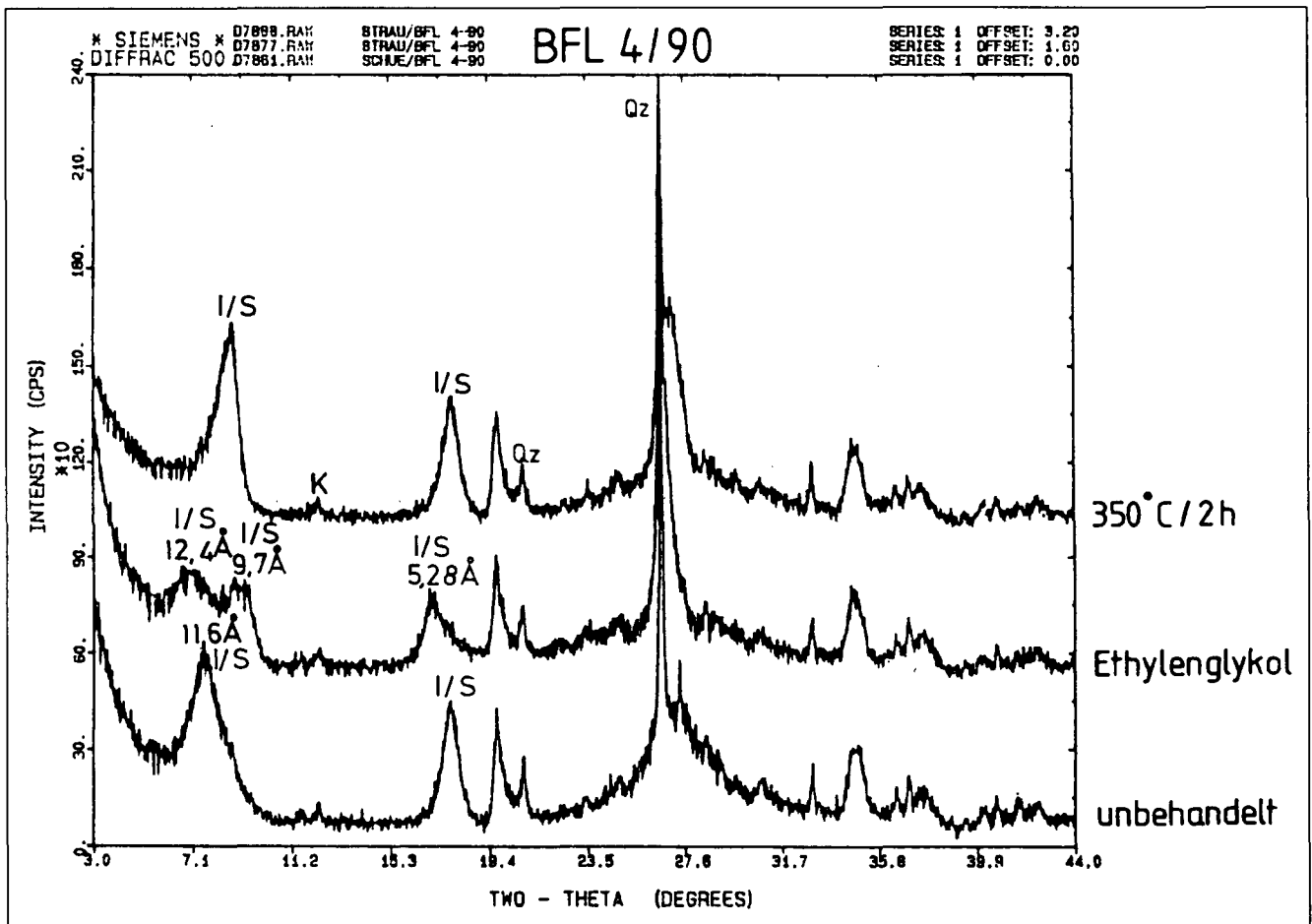


Abb. 4.
Röntgendiffraktogramm der Probe BFL4/90.
I/S = Illit-Smektit; K = Kaolinit; Qz = Quarz.
Lage der Probe siehe Abb. 1 und Abb. 2.

diagenetische Bildung solcher mixed-layer Tonminerale beschrieben.

Bei der Bentonitierung vulkanischer Aschen bilden sich Smektite vor allem aus den Glasanteilen, denn die kristallinen nichtklastischen Anteile, wie z.B. die Feldspäte, sind bei der Diagenese wesentlich widerstandsfähiger als Gläser und bleiben häufig entweder erhalten oder werden in andere Feldspäte umgewandelt (Pseudomorphosen von „Feldspat nach Feldspat“, z.B. SEIBERTZ & VORTISCH, 1979).

Illit, Quarz und Feldspäte können sowohl klastischer als auch vulkaniklastischer (i.S. von SCHMINCKE, 1988) Herkunft sein. Der Kaolinit ist vermutlich klastischer Natur. Die authigene Bildung von Quarz und Feldspat ist bei Bentoniten aber ebenfalls verbreitet (z.B. KASTNER & SIEVER, 1979; BLATT et al., 1980). Die Dolomitkomponente ist vermutlich rein diagenetischer Natur. Das gleiche gilt für die geringen Pyritanteile in den Proben.

Der hohe Illit-Smektit-Gehalt und die geringen Anteile von anderen, eventuell auch klastischen silikatischen Mineralen der untersuchten Metabentonite von der Flichtl-hofberg-Ostseite zeigen, daß es sich hier primär um sehr reine, glasreiche Aschen gehandelt haben muß. Die Reinheit der Metabentonite zeigt, daß sie keine Umlagerungsprodukte primär kontinental abgelagerter Aschen darstellen (Tuffite), sondern daß die Glasaschen direkt nach ihrer Förderung in die Sedimentfolge eingelagert wurden. Längerer aquatischer Transport von bimsartigen Glasan-

teilen ist dabei aber möglich (NAYUDU, 1964), eventuell mit damit verbundenen materialabhängigen Sortierungsprozessen.

5. Diskussion

Der Chemismus der Metabentonite weist auf einen intermediären bis sauren Vulkanismus hin (Trachyt/Andesit – drei Proben; Rhyolith-Dazit – eine Probe; Untersuchung B. SCHNETGER, Oldenburg). Die geochemischen Untersuchungen zur genaueren Charakterisierung des geotektonischen Milieus blieben aber ohne eindeutig interpretierbares Ergebnis.

Saure bis intermediäre und intermediäre bis basische Tuffe und Tuffite sind in den Mitteltriassedimenten der Nördlichen Kalkalpen, des Drauzuges, der Karnischen Alpen/Karawanken und der Südalpen weit verbreitet (vgl. OBENHOLZNER & PFEIFFER, 1991 – cum lit.). Erhalten geblieben sind diese Tuffe und Tuffite besonders im Übergangsbereich von Riffkalken und Beckensedimenten. Die Riffsedimente und die Sedimente mit vulkanischen Einschaltungen liegen meist dicht nebeneinander und verzahnen sich. In den Nördlichen Kalkalpen sind es meist die vom Riffdetritus stark beeinflussten Reiflinger Kalke.

Die den Riffkarbonaten zwischengeschalteten Beckensedimente (Ausnahme: Partnachsichten – vgl. BECHSTÄDT & MOSTLER, 1974) begünstigen die Erhaltungsmöglichkeit der Pyroklastika, während in den offen marinen

Hallstätter Kalken keine Bentonitlagen erhalten geblieben sind. Nur grünliche Tonbeschläge und die teilweise Ausbildung von mergeligen Knollenkalken im Ladin und Unterkarn zeigen, daß auch hier pyroklastische Einwehungen nicht ausgeschlossen sind, die allerdings auf Grund des sedimentologischen Umfeldes nicht erhaltungsfähig waren. Auch in den Karbonatplattformsedimenten sind Bentonitlagen nur sehr bedingt erhaltungsfähig.

Umstritten ist die Herkunft der Tuffe in den Nördlichen Kalkalpen. Diskutiert werden eine autochthone Entstehung auf Grund nordalpin-vulkanischer Tätigkeit (z.B. HUCKRIEDE 1959:50f; MILLER, 1965:201) oder eine Einwehung, vor allem aus den Südalpen (z.B. BRANDNER, 1984:466f – cum lit.; TOLLMANN, 1985:17 – cum lit.). Das regionale Ausmaß und die weite Verbreitung der Tuffe spricht allerdings eher gegen eine lokale Herkunft. Die Einlagerung von Produkten eines „Explosiven Vulkanismus“ in den Karbonatsedimenten des sich in der Trias dehrenden Schelfes der Nördlichen Kalkalpen ist wahrscheinlich nur durch Einwehung möglich.

Diskutiert wird das geotektonische Milieu der Herkunft der Tuffe, z.B. Syn-Rift-Vulkanismus (z.B. DIETRICH, 1976; BECHSTÄDT et al., 1978 – cum lit.; BERNOULLI et al., 1979), Kompressionstektonik und Subduktion in den Südalpen (z.B. CASTELLARIN & ROSSI, 1980; BRANDNER, 1984 – vgl. dazu CRISCI et al., 1984; CASTELLARIN et al., 1988; OBENHOLZNER & PFEIFFER, 1991 - cum lit.). Aber auch eine Einwehung aus dem Subduktionsmilieu des Dinariden- und Hellenidenbereiches (z.B. BEBIEN et al., 1978; PAMIC, 1984) wäre möglich.

Dank

Wir danken Herrn Univ-Doz. Dr. L. KRYSZYN (Wien) für die Überprüfung der Conodontenfaunen und Herrn Dr. B. SCHNETGER (Oldenburg) für die geochemische Untersuchung der Proben. Einer der Autoren (Hans-Jürgen GAWLICK, früher Marburg/Lahn) war Mitarbeiter in dem DFG-Projekt Zi 43/39-1 (Frühalpidische Tektonik).

Literatur

- BEBIEN, J., BLANCHET, R., CADET, J.-P., CHARVET, J., CHOROWICZ, J., LAPIERRE H. & RAMPTOUX, J.P. (1978): Le Volcanisme Triasique des Dinarides en Yougoslavie: Sa Place dans l'Evolution geotectonique peri-mediterranéenne. – *Tectonophysics*, **47**, 159–272, Amsterdam.
- BECHSTÄDT, T. & MOSTLER, H. (1974): Mikrofazies und Mikrofauna mitteltriadischer Beckensedimente der Nördlichen Kalkalpen Tirols. – *Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck*, **4/16**, 1–74, Innsbruck.
- BECHSTÄDT, T., BRANDNER, R., MOSTLER, H. & SCHMIDT, K. (1978): Aborted Rifting in the Triassic of the Eastern and Southern Alps. – *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, **156**, 157–178, Stuttgart.
- BERNOULLI, D., CARON, C., HOMEWOOD, P., KÄLIN, O. & STUIJVENBERG, J.v. (1979): Evolution of Continental Margins in the Alps. – *Schweiz. mineral. petrogr. Mitt.*, **59**, 165–170, Basel.
- BLATT, H., MIDDLETON, G. & MURRAY, R. (1980): Origin of sedimentary rocks. – 2. Aufl., 1–782, Englewood Cliffe (N.J.), (Prentice Hall).
- BRANDNER, R. (1984): Meeresspiegelschwankungen und Tektonik in der Trias der NW-Tethys. – *Jb. Geol. B.-A.*, **126**, 435–475, Wien.
- BRUNTON, G. (1955): Vapor Pressure Glycolation of oriented Clayminerals. – *Amer. Miner.*, **40**, 124–126, Menasha (Wis.).
- BYSTRÖM, A.M. (1956): Mineralogy of Ordovician bentonite beds at Kinnekulle, Sweden. – *Sveriges Geol. Undersd., Ser. C.*, No. **540**, 1–62, Stockholm.
- CASTELLARIN, A., LUCCHINI, F., ROSSI, P.L., SELLI, L. & SIMBOLI, G. (1988): The Middle Triassic magmatic-tectonic arc development in the Southern Alps. – *Tectonophysics*, **146**, 79–89, Amsterdam.
- CASTELLARIN, A. & ROSSI, P.M.L. (1980): The Southern Alps: an aborted Middle Triassic mountain chain. – *Eclogae Geol. Helv.*, **74/2**, 313–316, Basel.
- CRISCI, C.M., FERRARA, G., MAZZUOLI, R. & ROSSI, P.M. (1984): Geochemical and geochronological Data on Triassic Volcanism of the Southern Alps of Lombardy (Italy): Genetic implications. – *Geol. Rdsch.*, **73**, 279–292, Stuttgart.
- DIETRICH, V.J. (1976): Evolution of the Eastern Alps: a plate tectonics working hypothesis. – *Geology*, **4**, 147–152, Boulder.
- EPSTEIN, A.G., EPSTEIN, J.B. & HARRIS, L.D. (1977): Conodont Colour Alteration – An Index to Organic Metamorphism. – *Geol. Surv. Prof. Pap.*, **995**, 1–27, Washington.
- FAUPL, P. & HAMEDANI, A. (1972): Ein Trachyt-Tuffit aus dem Reiflinger Kalk bei Göstling a.d. Ybbs, Niederösterreich. – *Mitt. geol. Ges. Wien*, **65**, 109–115, Wien.
- GAWLICK, H.-J. (1991): The Hallstätter Zone of the Lammer unit – a jurassic trough filling (Northern Calcareous Alps, Salzburg area, Austria). – *Terra abstracts*, **3**, 259–260, Strasbourg.
- GAWLICK, H.-J. (1994): Die früh-oberjurassischen Brekzien der Strubbergsschichten im Lammertal – Analyse und tektonische Bedeutung. – *Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud.*, **39**, Wien.
- GAWLICK, H.-J. & KÖNIGSHOF, P. (1993): Diagenese, niedrig- und mittelgradige Metamorphose in den südlichen Salzburger Kalkalpen – Paläotemperaturabschätzung auf der Grundlage von Conodont Colour Alteration Index (CAI) Daten (Nördliche Kalkalpen, Österreich). – *Jb. Geol. B.-A.*, **136/1**, 39–48, Wien.
- GAWLICK, H.-J., LEUSCHNER, K. & ZANKL, H. (1990): Neuinterpretation eines Querprofiles durch die westliche Lammereinheit (Nördliche Kalkalpen, Österreich). – *Jb. Geol. B.-A.*, **133**, 561–566, Wien.
- GESSNER, D. (1966): Gliederung der Reiflinger Kalke an der Typlokalität Großreifling a.d. Enns (Nördliche Kalkalpen). – *Ztschr. dt. geol. Ges.*, **116**, 696–708, Hannover.
- HÄUSLER, H. (1981): Über die Einstufung der Hallstätter Schollen im Bereich der westlichen Lammermasse (Salzburger Kalkhochalpen). – *Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud.*, **27**, 145–159, Wien.
- HÖLLER, H. (1963): Ein vulkanischer Tuff aus den Reiflinger Kalken, E von Großreifling. – *Anz. österr. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl.*, **15**, 323–324, Wien.
- HOHENEGGER, J. & LEIN, R. (1977): Die Reiflinger Schichten des Schneeberg-Nordostabfalles und ihre Foraminiferenfauna. Teil 1: Geologie, Stratigraphie und Systematik (exklusive Lagenina). – *Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr.*, **24**, 203–261, Wien.
- HUCKRIEDE, R. (1959): Trias, Jura und tiefe Kreide bei Kaisers in den Lechtaler Alpen. – *Verh. Geol. B.-A.*, **1959**, 44–91, Wien.
- KASTNER, M. & SIEVER, R. (1979): Low temperature feldspars in sedimentary rocks. – *Am. J. Sci.*, **279**, 435–479.
- KOBEL, M. (1969): Lithostratigraphische und sedimentologische Untersuchungen in der kalkalpinen Mitteltrias (Anisian und Ladinian) des Rätikon (Österreich und Fürstentum Liechtenstein). – *Mitt. Geol. Inst. Univ. Zürich, N.F.*, **118**, 1–149, Zürich.
- KOVÁCS, S. & ARKAI, P. (1987): Conodont alteration in metamorphosed limestones from northern Hungary, and its relationship to carbonate texture, illite-crystallinity and vitrinite reflectance. – In: AUSTIN, R.L. (Ed.): *Conodonts: Investigative techniques and applications*. – *Brit. Micropal. Soc. Ser.*, 209–230, Chichester.
- KRISTAN-TOLLMANN, E. (1970): Die Osteocrinusfazies, ein Leithorizont von Schwebcrinoiden im Oberladin-Unterkarn der Tethys. – *Erdöl und Kohle – Erdgas – Petrochemie, vereinigt mit Brennstoff-Chemie*, **23/12**, 781–789, Hamburg.

- LEIN, R. (1985): Das Mesozoikum der Nördlichen Kalkalpen als Beispiel eines gerichteten Sedimentationsverlaufes infolge fortschreitender Krustenausdünnung. – Arch. f. Lagerstättenforschung. Geol. B.-A., **6**, 117–128, Wien.
- LEIN, R. (1987): Evolution of the Northern Calcareous Alps During Triassic Times. – In: FLÜGEL, H.W. & FAUPL, P.: Geodynamics of the Eastern Alps, 85–102, Wien (Deuticke).
- LEIN, R. (1989): Neufassung des Begriffes Raminger Kalk (Oberladin-Unterkarn) auf mikrofazieller Grundlage. – 4. Treffen deutschsprachiger Sedimentologen, Innsbruck, 1989, 2 S., Innsbruck.
- LEUSCHNER, K. (1989): Der Gollinger Schwarzenberg – Teil eines jurassischen Gleitschollenschwarmes (Österreich, Salzburger Land). – Unveröffentl. Dipl.-Arb. Univ. Marburg, 1–92, Marburg/Lahn.
- MILLER, H. (1965): Die Mitteltrias der Mieminger Berge mit Vergleich zum westlichen Wettersteingebirge, – Verh. Geol. B.-A., **1965**, 187–212, Wien.
- NAYUDU, Y.R. (1964): Volcanic ash deposits in the Gulf of Alaska and problems of correlation of deep-sea ash deposits. – Mar. Geol., **1**, 194–212, Amsterdam.
- OBENHOLZNER, J.H. & PFEIFFER, J. (1991): „Pietra verde“ – ein Diskussionsbeitrag zur Geodynamik der Südalpen. – In: H. LOBITZER & G. CZÁSZÁR (ed.): Jubiläumsschrift 20 Jahre geologische Zusammenarbeit Österreich – Ungarn, I. Teil. – 221–245, Wien.
- PAMIC, J.J. (1984): Triassic Magmatism of the Dinarides in Yugoslavia. – Tectonophysics, **109**, 273–307, Amsterdam.
- PLÖCHINGER, B. & WIESENER, H. (1965): Ein Biotitandesit-Tuffit im Reiflinger Kalk des Schwarzkogels bei St. Gallen im Ennstal, Oberösterreich. – Verh. Geol. B.-A., **1965**, 59–68, Wien.
- REJEBIAN, V.A., HARRIS, A.G. & HUEBNER, J.S. (1987): Conodont Colour and textural alteration: An index to regional metamorphism and hydrothermal alteration. – Geol. Soc. Am. Bull., **99/4**, 471–479, Boulder.
- REYNOLDS, R.C. (1980): Interstratified clay minerals. – In: BRINDLEY, G.W. & BROWN, G. (Ed.): Crystal structures of clay minerals and their X-ray identification. – 249–303, London (Miner. Soc.).
- SCHMINCKE, H.U. (1988): Pyroklastische Gesteine. – In: FÜCHTBAUER, H. (Hrsg.): Sedimente und Sedimentgesteine. – 731–778, Stuttgart (Schweizerbart) 1988.
- SEIBERTZ, E. & VORTISCH, W. (1979): Zur Stratigraphie, Petrologie und Genese einer Bentonit-Lage aus dem oberen Mittel-Turon (Oberkreide) des südöstlichen Münsterlandes. – Geol. Rdsch., **68**, 649–679, Stuttgart.
- SNÄLL, S. (1977): Silurian and Ordovician bentonites of Gotland (Sweden). – Stockholm Contr. Geol., **31**, 1–80, Stockholm.
- TETTENHORST, R. & GRIM, R.E. (1975): Interstratified clays. I. Theoretical. – Amer. Mineral., **60**, 49–59.
- TOLLMANN, A. (1966): Geologie der Kalkalpen im Ötscherland als Beispiel alpiner Deckentektonik. – Mitt. geol. Ges. Wien, **58**, 103–207, Wien.
- TOLLMANN, A. (1976): Analyse des klassischen nordalpinen Mesozoikums. – 1–580, Wien (Deuticke).
- TOLLMANN, A. (1985): Geologie von Österreich, Band 2. – 1–710, Wien (Deuticke).
- VORTISCH, W. (1980): Tonmineralogische und sedimentpetrographische Studien an einem unterordovizischen Tuff des baltischen Schildes. – N. Jb. Miner. Abh., **137**, 307–330, Stuttgart.
- VORTISCH, W. (1982): Claymineralogical Studies of some Tills in Northern Germany. – Geologica et Palaeontologica, **15**, 167–192, Marburg/Lahn.
- WAGNER, L. (1970): Die Entwicklung der Mitteltrias in den östlichen Kalkalpen im Raum zwischen Enns und Wiener Becken. – Unveröff. Diss. Univ. Wien, 1–202, Wien.
- WEAVER, C.E. (1953): Mineralogy and petrology of some Ordovician K-bentonites and related limestones. – Geol. Soc. Amer. Bull., **64**, 921–944.

Manuskript bei der Schriftleitung eingelangt am 5. Oktober 1993

