

Teilprojekt 15/02:

GEOCHRONOLOGIE DER KRETAZISCHEN METAMORPHOSE IN DEN
KALKALPEN UND DER GRAUWACKENZONE IM BEREICH VON
BISCHOFSHOFEN

M.KRALIK, Wien

Zusammenfassung:

Kombinierte K-Ar und Rb-Sr Studien an unterschiedlichen Korngrößen und Sedimenthorizonten der Grauwackenzone und Nördlichen Kalkalpen lassen die Interpretation der Alterswerte zwischen 92 - 101 Ma als Bildungsalter der Illit-Hellglimmer in diesem Gebiet zu. K-Ar Alter an Hellglimmern von in einer Störungszone zerscherten Hallstätter Kalken um 99 - 106 Ma und die Altersgleichheit eines aus der Mitterberger Kupfervererzung von PAAR & KÖPPEL (1978) berichteten U-Pb-Pechblendeaalters läßt eine Gleichzeitigkeit von kretazischer Metamorphose, Tektonik und hydrothermalen Aktivität als möglich erscheinen.

Einleitung

Im Jahresbericht 1980 wurden von der Laboradaptierung und von vorbereitenden Untersuchungen zur Datierung von Sedimenten berichtet. Die Vorbereitungen wurden fortgesetzt, indem Blindwerte der verwendeten Reagenzien gemessen und im Gelände zusätzlich geeignet erscheinendes Probenmaterial aufgesammelt wurde.

Der Datierung der schwachen Metamorphose kommt derart eine besondere Bedeutung im Verständnis alpiner Vorgänge zu, da durch die relativ niedrigen Temperaturen ein Zusammenfallen der Verjüngung der Hellglimmer und des Höhepunktes der Metamorphose erwartet wird. Weiters läßt ein unterschiedlich starker Metamorphoseeinfluß eventuelle Rückschlüsse auf die ursprüngliche Position

der Sedimente zu. In der letzten Zeit war mehrfach eine jungalpine Überprägung an Grauwacken- und Permoskyth-sedimenten angenommen worden (SCHRAMM 1977, 1980), da Chloritoide als letzte übergreifende Sprossung ein jüngeres thermisches Ereignis als möglich erscheinen ließen. K-Ar-Mischalter sind nicht jünger als 110 Ma und 130 Ma (KRALIK et al. 1981 und JUNG 1979) und bilden sozusagen Maximalalter der Metamorphose, die mit detritusfreien Feinfraktionen eingegrenzt werden sollen. Zu diesem Zweck wurden lithologisch unterschiedliche Gesteine aus verschiedenen stratigraphischen Niveaus (O. Paläozoikum--O.Trias) südlich des Hochkönigs mit variablen Separierungsmethoden getrennt. Röntgenographische und elektronenmikroskopische Untersuchungen werden als Kontrolle des detritischen Einflusses herangezogen und die parallele Anwendung der K-Ar und Rb-Sr Isotopen als Vergleich der Aussagekraft dieser beiden Methoden verwendet. Mit K-Ar Messungen an Proben vom Südrand der Grauwackenzone sowie tektonisierten und schwach metamorphen Hallstätter Kalken sollen Hinweise auf die Reichweite der jungalpiner Metamorphose und das Alter der alpinen Tektonik erhalten werden.

Analysen Methoden

Handstückgroße Proben wurden mittels Gesteinssäge von Verwitterungskrusten befreit und in der Stahlmühle schonend gemahlen oder direkt mit Ultraschall von den Oberflächen eine leicht ablösbare Fraktion dispergiert. Die Feinfraktionen wurden mit Atterbergzylindern und Zentrifugenseparation erhalten. In Karbonatproben wurde der Silikatanteil mittels Ionenaustauscher (KRALIK & COMPSTON 1982) herausgelöst und dann granulometrisch getrennt. Die K-Ar Messungen wurden wie bei FRANK et al. (1977) beschrieben, durchgeführt. Die Sr und die Rb Analysen wurden an einem Micromass M30 Massenspektrometer gemessen. Sieben Messungen des SRM 987 Sr-Standards ergaben einen Mittelwert von 0.71012 ± 6 . Die durchschnittlichen Rb und Sr Chemie-Blindwerte sind 4 ng und 10 ng, was nahezu in allen Proben zu vernachlässigen ist. Alterswerte wurden mit den neuen Zerfallskon-

stanten gerechnet (STEIGER & JÄGER 1977).

An allen Proben wurden röntgendiffraktometrische Untersuchungen mit orientierten Präparaten durchgeführt und die Illitkristallinität mit von Prof. Kübler kalibrierten Proben korrigiert. An ausgewählten Korngrößenpräparaten wurden kornmorphologische Studien in einem Rasterelektronenmikroskop vom Typus Cambridge Stereoscan S4 an der Universität für Bodenkultur Wien durchgeführt.

Ergebnisse:

Der südlichste K-Ar-Alterswert von Pinzgauerphylliten ist, beginnend mit Chloritschiefern (WAP 996) direkt am nördlichen Salzachufer der Straße nach Dienten (Abb.1), 70 Ma. Doch wegen des geringen K- und Ar-Gehaltes ist der Fehler mit ± 30 Ma sehr hoch. Zwei weitere quarzitisches- (WAP 997) und karbonatisch-quarzitisches Phyllite (WAP 1000) ergeben ein K-Ar-Alter von 97 ± 8 und 101 ± 10 Ma.

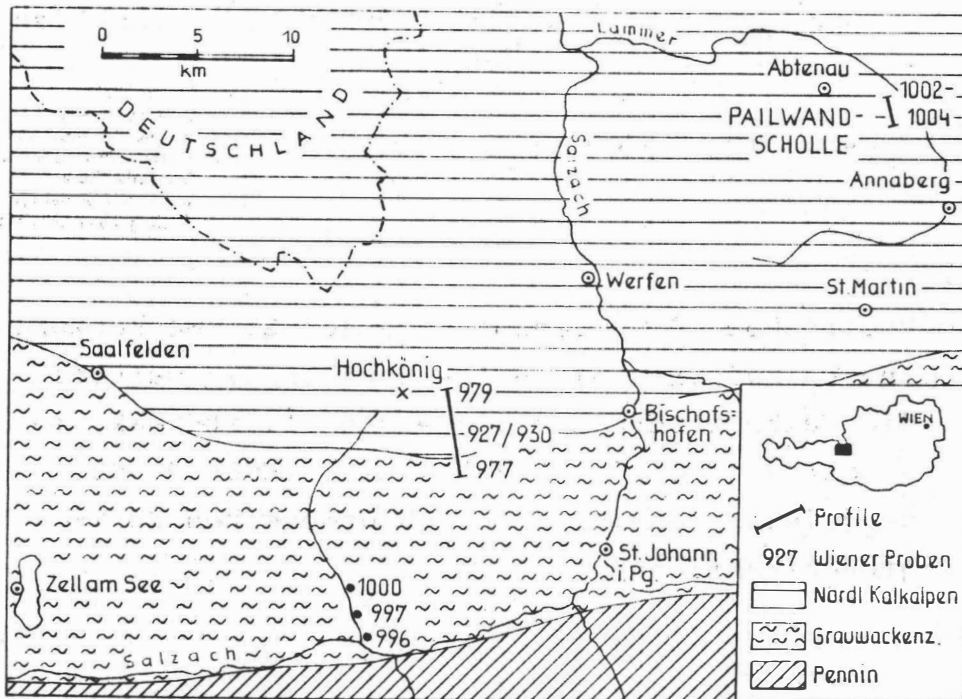


Abb. 1: Geologische Lageskizze der bearbeiteten Proben samt Probennummern

tionen im besser kristallisierten metamorphen Bereich liegen.

KALKALPENBASIS SÜDLICH HOCHKÖNIG
SSE

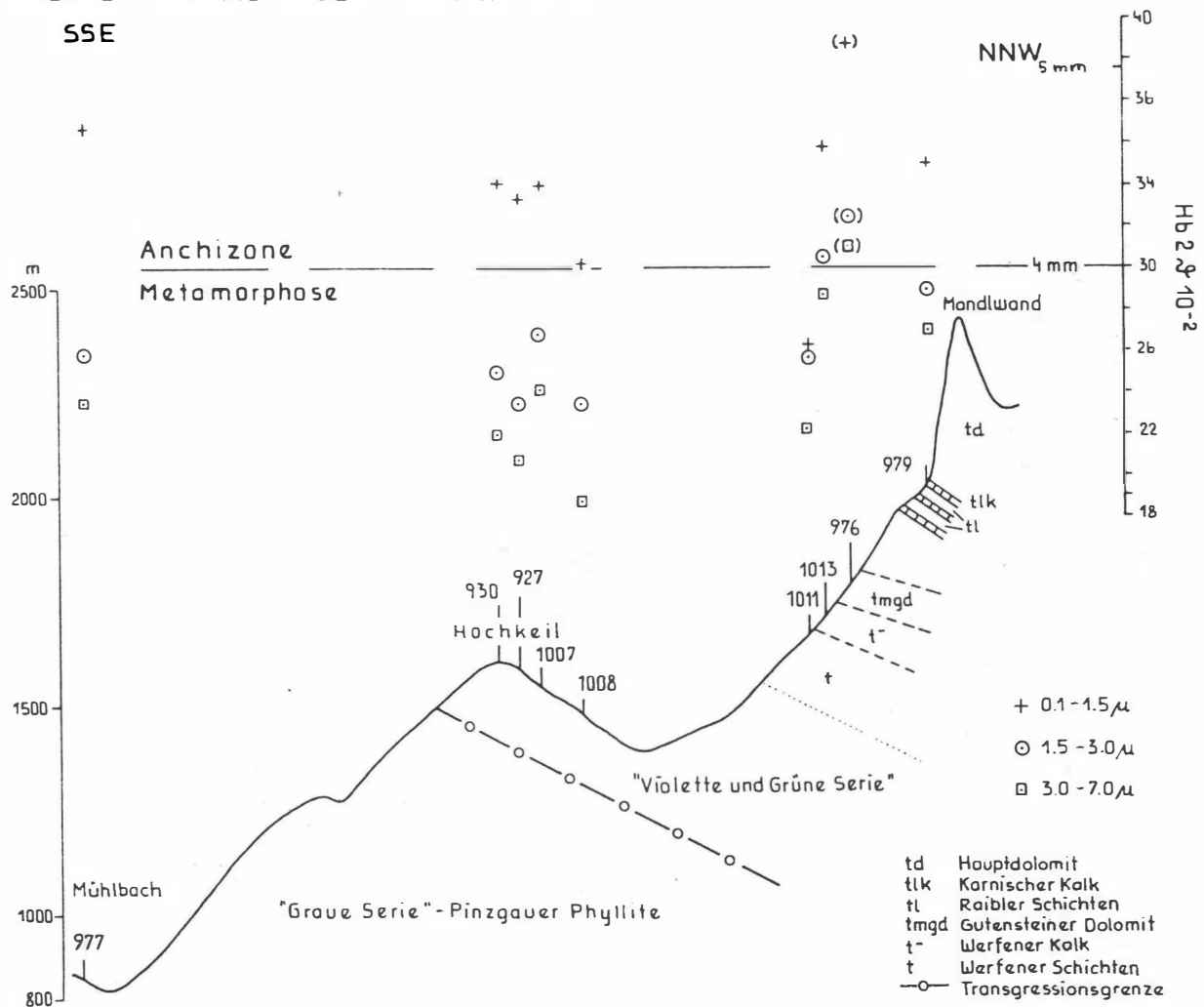


Abb.2: Profil über den Grenzbereich der Grauwackenzone und Kalkalpen südlich des Hochkönigs. Darüber die Halbwertsbreiten des ersten Illit-Peaks in hundertstel Grad vom 2θ -Winkel (KÜBLER 1980) der elektronenmikroskopisch gemessenen Korngrößenfraktionen

Die mittels Ultraschall erhaltenen Feinfraktionen 7-3, 3-1.5 und 1.5-0.1 my eines schwarzen Quarzphyllitschiefers von Mühlbach (WAP 977, Abb.1 und Abb.2) weisen K-Ar-Alter von jeweils 120 ± 7 , 113 ± 6 und 92 ± 6 Ma auf. Das ist etwas jünger als Rb-Sr Modellalter von 137, 127 und 94 Ma (Abb.3). Der Punkt 977 L nahe der Ordinate wurde durch Ionenaustauscherlaugung von im Phyllit eingeschlossenen dünnen Ankerit-Quarz-Lagen bzw. Linsen, die nach dem Dünnschliffbefund entsprechende Metamorphose und Strukturprägung mitgemacht haben, erhalten.

Der Versuch, eine Kleinbereichsisochrone von dünnlagigen Quarzphylliten der Violetten Serie (Karbono-Permo-Skyth, Abb.2) südlich des Hochkönigs zu erhalten, war vor allem aufgrund zu geringer Streuung der Rb/Sr-Verhältnisse und des unzureichenden Austausches innerhalb und senkrecht zu den Lagen nicht erfolgreich. Eine Errorchrone der Fraktion 1-1.5, 1.5-3, 3-7my separiert von zwei dünnen Lagen (WAP 927, 930, Abb.4) und der mit Ionenaustauscher gelaugten Fraktion 930 L (0.1-1.5 my) ergibt ein Alter von 135 Ma. K-Ar-Alterswerte der einzelnen Fraktionen schwanken zwischen 120-132 Ma.

K-Ar Alter der 1.3-3 my Silikatfraktion biogenreicher karnischer Kalkzwischenlagen (WAP 979) der Raibler Schichten beträgt 96 ± 9 Ma.

Die in Abb.2 über dem Hochkönigprofil eingetragenen Halbwertsbreiten des 001 bzw. 002 Illit-Peaks für die Fraktion 0.1-1.5, 1.5-3.0, 3.0-7.0 my wird in der von KÜBLER (1980) angegebenen Form von hundertstel Graden vom 2θ -Winkel aufgetragen. Die Grenze zwischen Metamorphose und Anchizone, früher bei 4 mm (KÜBLER 1966) angegeben, wird dementsprechend bei $30 \cdot 10^{-2}$ Grad (2θ) gezogen. Alle gemessenen Illitkristallinitätswerte liegen im Grenzbereich Metamorphose-Anchizone. Es liegt eine klare Korngrößenabhängigkeit der Kristallinitäten vor. Die Fraktion 0.1-1.5 um fällt fast ausnahmslos in den anchizonalen Bereich, während die gröberen Frak-

Rasterelektronenmikroskopaufnahmen erlauben neben der statistischen Messung der Korngrößen der Illitblättchen auch zwei Blättchentypen zu unterscheiden: (1) Relativ dickere, scharfkantige, eckige Blättchen und Körner mit muscheligen Bruchflächen. (2) Relativ dünnere, rundlich gelappte, teilweise gewellte Blättchen. In den Proben WAP 927 und 930 der Violetten Serie sind durchwegs Gemische der beiden Blättchentypen zu beobachten. In den Pinzgauer Phylliten von Mühlbach (WAP 977) besitzt die Fraktion 3-1.5 my bereits weniger als 10 % und die Fraktion 0.1-1.5 my ist praktisch frei von der Kornform des Typus (1).

Drei Proben des bunten massigen Hallstätterkalks wurden von der malmisch eingeglittenen Pailwandscholle SE von Abtenau bearbeitet. Eine bereits von CORNELIUS & PLÖCHINGER (1952) erkannte Störung trennt die Scholle in zwei Hälften. An der neuen Forststraße Brennkopf ist in der Störungszone im Meterbereich purpurroter und grüngrauer Hallstätterkalk (HAMILTON 1981) vollkommen durchgeschert und geflasert. Die Flaseroberflächen sind von Serizit überzogen. Beide Farbvarianten wurden untersucht (WAP 1002, 1003). Einige hundert Meter weiter in der Ostscholle wurde purpurroter Hallstätterkalk vom gleichen Typus, aber nicht tektonisch gestört, zu Vergleichszwecken untersucht. Illitkristallinitätswerte im Bereich der Anchizone-Metamorphose und Muskovit-Paragonit Mischkristalle weisen auf eine schwache Regionalmetamorphose der ganzen Scholle hin.

Sowohl die Fraktion 0.1-4 und 4-8 my der roten und grünen Variation ergaben im Bereich der Meßgenauigkeit gleiche K-Ar Alter von 106 ± 11 und 101 ± 9 Ma bzw. 99 ± 12 und 102 ± 10 Ma. Die gleichen Korngrößen des nicht tektonisch durchbewegten Hallstätterkalks ergaben K-Ar-Alter von 177 ± 17 und 151 ± 9 Ma.

Diskussion

Illitkristallinitätswerte wie sie im Hochkönigprofil (Abb.2) dargestellt sind, weisen eine deutliche Korngrößenabhängigkeit innerhalb einer Probe auf, wobei noch nicht geklärt ist, ob die mit kleineren Korngrößen abnehmende Kristallinität (größere Halbwertsbreiten) eine Folge der Kristalldickenabnahme oder eine größere Variabilität des Chemismus und damit des Gitterabstandes darstellt, die vom Röntgengerät nicht mehr aufgelöst werden kann.

Die im Rasterelektronenmikroskop beobachteten dickeren Blättchen mit geradlinigen und muscheligen Korngrenzen vom Typus (1) werden als Bruchstücke größeren Hellglimmers interpretiert. Die dünneren, teilweise gebogenen Blättchen mit gelappten Korngrenzen vom Typus (2) können entweder bei der kretazischen Metamorphose gewachsen oder von den Oberflächen größeren Glimmers abgelöst sein. Sie machen nur einen kleinen Teil des Gesteins aus, doch stellen sie jene Illit-Blättchen dar, die unabhängig von der Deutung ihrer Entstehung die jüngsten Alter (zwischen 90-100 Ma) ergeben haben. In bezug auf die Aufbereitungstechnik erscheint eine Ultraschallseparierung, die das Zerschneiden von größeren Hellglimmern zu kleinen Kornfraktionen vermeidet, günstiger zu sein.

K-Ar Alter von 96 und 102 Ma am Südrand der Grauwackenzone (WAP 997, 1000) beweisen, daß der jungalpine Metamorphoseeinfluß über die Salzachlängsstörung höchstens minimal ist. Obgleich das mit einem großen Fehler behaftete K-Ar Alter von 70 + 30 Ma von der Chloritschieferprobe (WAP 996) direkt nördlich der Salzach höchstens einen ganz marginalen thermischen Einfluß andeutet.

Akzeptiert man die naheliegende Aussage, daß die mehr oder weniger posttektonische Chloritoidsprossung in der Grauwackenzone (z.B. im Kupferbergbau Mitterberg) zur gleichen Zeit erfolgte wie die Chloritoidbildung

in den permoskythischen Gesteinen, so läßt sich auch eine Aussage über die alpidische Gebirgsprägung in der alpinen Grauwackenzone machen. In den Gesteinen der Grauwackenzone liegen die Glimmer nicht parallel dem synsedimentären s und manchmal sind sie auch spitzwinkelig zum ss in alte Transversalschieferungen eingeregelt. Auffallend ist im genannten Bergbaubereich eine ausgeprägte spätere Transversalschieferung (GABL 1964), die einer Granulation entspricht und zu meist ein steilstehendes südliches Einfallen aufweist. Sie stellt ein ganz charakteristisches Gefügeinventar der Grauwackengesteine dar. Nach dem Schliffmaterial von GABL ist es eindeutig, daß diese Chloritoide vor der Bildung dieser Transversalschieferung, die zum Teil noch mit der Chloritoidbildung interferiert, erfolgte, da sie in einigen Fällen als starre Körner noch rotiert erscheinen.

Mit diesem Vorgang hat offensichtlich die alpine Deformation die schon variszisch schwach metamorphe Grauwackenzone erfaßt. Überdies ist diese Art von Granulation auch in den Werfener Schiefern vorhanden und daher als alpines Strukturelement belegt.

Die K-Ar-Alter des Pinzgauer Phyllits von Mühlbach (WAP 977) und der Violetten Serie sind im Fehlerbereich konkordant, z.T. geringfügig jünger als die Rb-Sr-Werte. Diese Erfahrung deckt sich mit ähnlichem Verhalten der Illit-Hellglimmer im Übergangsbereich Anchizone-Metamorphose der Schweizer Alpen (HUNZIKER et al. 1981).

Die Rb-Sr Laugungsuntersuchungen, die ähnliche Werte ergeben haben wie K-Ar (Abb.3), sind ein deutlicher Hinweis, daß die ankeritischen Lagen und Linsen der Pinzgauer Phyllite (auch wenn sie variszisch gebildet sein sollten) während der kretazischen Metamorphose mit den feinsten Teilchen des Typus (2) nahezu vollständig und mit denen vom Typ (1) weitgehend ausgetauscht haben.

Rb-Sr evolution diagram "Graue Serie", Pinzgauer Phyllites,
Mühlbach, Hochkönig

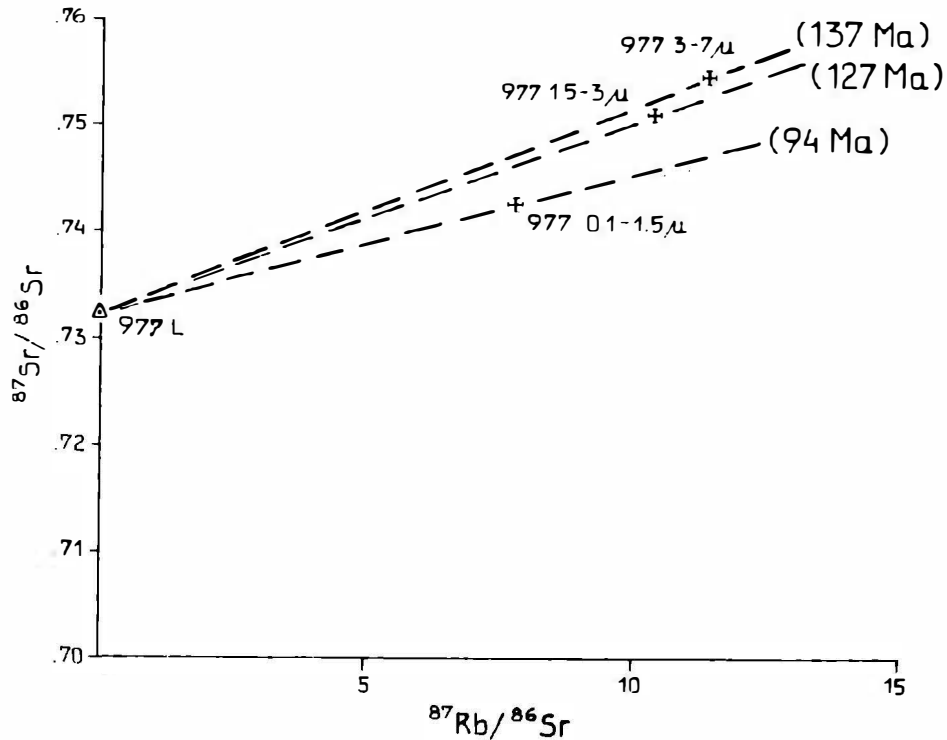


Abb. 3: Rb-Sr-Entwicklungsdiagramm der mit Ionenaustauscher gelaugten feinen ankeritischen Zwischenlagen (977L) und den Korngrößenfraktionen (elektronenmikroskopisch gemessen) einer Pinzgauer Phyllitprobe von Mühlbach

In der Violetten Serie gruppieren sich die Analysendaten von Feinfraktionen, Kleinbereichslagen (Thin slabs) und das von der Oberfläche der Mineralkörner abgelagerte gewöhnliche Sr, zweier unmittelbar nebeneinander genommener Proben (cm-Bereich), um eine Trendlinie von 135 ± 5 Ma. (Abb.4). Nimmt man ähnliche Mineralchemismen und initiale $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ Verhältnisse sowie variszische und alpidische Alter der Komponenten um 300 und 100 Ma an, so muß man bei einem Mischalter von 135 Ma mit einer nicht verjüngten Komponente von 15 - 20 % rechnen.

Die beiden Pinzgauer Phyllitproben am Südrand der Grauwackenzone (WAP 997, 1000), die feinste Fraktion der Mühlbacher Phyllitprobe (977) und vor allem die silikatische Feinfraktion der karnischen Kalke (WAP 979) mit einem Alter von 92-101 Ma scheinen aufgrund der guten Alterskorrelierung und der zum Teil kornmorphologischen Kontrolle nahezu vollkommen altalpidisch verjüngt worden zu sein.

Aufgrund des geringen Metamorphosegrades ist es naheliegend, diese Altersgruppe von 90 - 100 Ma als Bildungsalter zum thermischen Höhepunkt der kretazischen Metamorphose zu interpretieren.

Das von PAAR & KÖPPEL (1978) berichtete U-Pb-Alter von 90 ± 5 Ma, an einem in einer Vorphase der Mitterberger Kupfervererzung gebildeten Uranpecherzes stimmt mit diesen Ergebnissen gut überein. Damit ist man nicht gezwungen fernthermale Lösungen aus der Tiefe zu beziehen, sondern kann die regionale Aufwärmung des Gebietes zu dieser Zeit als die treibende Kraft für den Beginn der Gangmineralisation annehmen.

Die bereits von CORNELIUS & PLÖCHINGER (1952) erkannte und von HAMILTON (1981) in jüngster Zeit genau kartierte N-S Störung durch die Pailwandscholle wurde von TOLLMANN (1981) als Zusammenfügung malmisch eingegleitener Schollen an einer steilstehenden Trennfuge gedeutet.

Die offensichtlichen Mischalter von 177 und 151 Ma des anschließenden nicht tektonisierten Hallstätter Kalken weisen auf eine bloß teilweise Verjüngung der detritischen und diagenetisch obertriadisch gebildeten Tonminerale hin. Die wesentlich jüngeren K-Ar Alter in der Störungszone von 99 - 106 Ma könnten durch zwei Mechanismen erklärt werden. (1) Die beim Durchschervorgang erzeugte lokale Reibungswärme in der Störungszone war hoch genug im Zusammenhang mit entsprechender Zirkulation von Lösungen Glimmer in der Größenordnung von

4 - 8 my umkristallisieren zu lassen oder (2) die erhöhten Temperaturen der Regionalmetamorphose erzielte allgemein eine Teilverjüngung, in der Störungszone kam es jedoch durch eine Kombination von Durchbewegung und Zirkulation von Lösungen zu einer weitestgehenden Verjüngung der Glimmer bis zu 8 my Größe.

Obwohl weitreichende Erfahrung noch fehlt, scheint aus Gründen der Altersgleichheit mit der kretazischen Metamorphose die zweite Interpretation als wahrscheinlicher. Welche Lösung man auch immer bevorzugt, so scheint doch die stärksten Durchscherungsbewegungen an dieser Störung in der Unterkreide beendet gewesen zu sein, da man sonst in der kleineren Fraktion 0.1-4 my jüngere Alter erwarten würde.

Die bisher vorliegenden Alter der Metamorphose an diesen Gesteinen weisen somit darauf hin, daß das thermische Geschehen der kretazischen Metamorphose vermutlich weiträumig übergreifend einzustufen ist und mit Tektonik und lokalen hydrothermalen Aktivitäten verbunden war.

Literatur:

- CORNELIUS, H.P. & PLÖCHINGER, B. 1952: Der Tennengebirgs-N-Rand mit seinen Mn-erzen und die Berge im Bereich des Lammertales.- Jb.geol.Bundesanst., 95, 146-225.
- FRANK, W., ALBER, J. & THÖNI, M. 1977: Jungalpine K/Ar-Alter von Hellglimmern aus dem Permotriaszug von Mault-Penser Joch (Südtirol).- Sitz.Ber.österr. Akad.Wiss., math.-naturwiss.Kl., 1977/7, 102-107.
- GABL, G. 1964: Geologische Untersuchungen in der westlichen Fortsetzung der Mitterberger Kupferlagerstätte.- Archiv Lagerstforsch.Ostalpen, 2, 2-31.
- HAMILTON, W. 1981: Die Hallstätter Zone des östlichen Lammertales und ihre geologischen Beziehungen zum Tennengebirgstirolikum (Nördliche Kalkalpen, Salzburg).- Diss.Formal-Naturwiss.Fak.Univ.Wien, 226 S.

- HUNZIKER, J.C., CLAUER, N., DALLMEYER, R.D., FREY, M. & FRIEDRICHSEN, H. 1981: The evolution of illite from muscovite in low grade metamorphism.- Abstr.7th Europ.Colloq.Geochron.
- JUNG, G. 1980: Radiometrische Altersdatierung und Metamorphoseuntersuchungen der Kalkalpenbasis und der Grauwackenzone in der Radmer und am steirischen Erzberg.- Jber.1979, Hochschulschwerpkt. S15, 1, 20-27.
- KRALIK, M. & COMPSTON, W. 1982: Leaching of Fithian Illites with acid, ion-exchang resin, and EDTA.- in Vorbereitung.
- , THÖNI, M. & FRANK, W. 1981: Metamorphoseuntersuchungen in den feinklastischen und karbonatischen Sedimenten der Nördlichen Kalkalpen im Salzburger Bereich.- Jber.1980, Hochschulschwerpkt.S15, 2, 37-43.
- KÜBLER, B. 1966: La cristallinité de l'illite et les zones tout a fait supérieures du métamorphisme.- In: Colloque sur les Etages Tectonique, 105-122. A la Baconnière. Neuchatêl. Suisse.
- 1980: Les premiers stades de la diagénese organique et de la diagénese minérale.- Bull.Ver.schweiz. Petroleum-Geol.u.-Ing., 46/110, 1-22.
- SCHRAMM, J.M. 1977: Über die Verbreitung epi- und anchi-metamorpher Sedimentgesteine in der Grauwackenzone und in den Nördlichen Kalkalpen (Österreich) - ein Zwischenbericht.- Geol.Paläont.Mitt.Innsbruck, 7/2, 3-20.
- 1980: Bemerkungen zum Metamorphosegeschehen in klastischen Sedimentgesteinen im Salzburger Abschnitt der Grauwackenzone und der nördlichen Kalkalpen.- Mitt.österr.geol.Ges., 71/72, 379-384.
- STEIGER, R.H. & JÄGER, E. 1977: Subcommittee on Geochronology: Convention on the use of decay constants in geo- and cosmochronology.- Earth.planet.Sci. Letters, 36, 359-362.

TOLLMANN, A. 1981: Altalpidische Tektonik in der Hallstätter Zone.- Die frühalpiner Geschichte der Ostalpen, 2, 1980, 157-162.