

Teilprojekt 15/02:

GEOCHRONOLOGIE SCHWACH METAMORPHER TONSCHIEFER UND KARBO-  
NATGESTEINE AM S-RAND DER NÖRDLICHEN KALKALPEN

M.KRALIK, Wien

Zusammenfassung

Das Metamorphoseprofil südlich des Hochkönigs wurde im Detail röntgenographisch bearbeitet. Die in den Feinfraktionen (3-7; 1.5-3.0; 0.1-1.5  $\mu\text{m}$ ) auftretenden Minerale sind: Phengitischer Illit-Muskovit, Paragonit, Margarit, Wechsellagerungsschichtsilikate Paragonit/Muskovit, Chlorit, Calcit, Dolomit, Quarz und Chloritoid. Generell nehmen in Richtung kleinerer Korndurchmesser Illit-Muskovite mit mehr phengitischem Charakter und der Paragonit/Muskovit-Anteil in der Probe zu. Mineralogie und Illitkristallinität weisen auf einen Metamorphosegrad im Grenzbereich Anchizone-Metamorphose hin.

Weitere K-Ar-Messungen zu Feinstfraktionen wurden südlich des Hochkönigs, südlich des Dachsteins, um Abteuau, im Blühnbachtal und zwischen Innsbruck und Schwaz durchgeführt.

Im Salzburger Bereich liegen die K-Ar-Werte in den Kalkalpen und in der Grauwackenzone zwischen 143-86 Ma und die Rb-Sr-Alter zwischen 135-94 Ma. Zwar ist am oberen Ende dieser Modellaltersverteilung mit schwacher detritischer Beeinflussung zu rechnen, doch weisen identische Alter im Permoskyth südlich des Hochkönigs und Volumsdiffusionsberechnungen darauf hin, daß weitestgehendster Austausch bereits in der U-Kreide stattfand. Es wird angenommen, daß sich ein flacher thermaler Höhepunkt über längere Zeit erstreckte und

mit einer zeitgleichen penetrativen Durchbewegung interferierte.

In Werfener Schiefen in der Nähe von Annaberg (bei Maria Zell, Stmk.) steckende Diabase ergaben K-Ar-Alter von 99 und 102 Ma. Ob es sich dabei um Intrusions- oder Metamorphosealter handelt, ist noch ungeklärt.

#### Einleitung

Nach den im Jahresbericht von 1981 berichteten ersten Erfahrungen wurden Feinstfraktionen im salzburgischen, steirischen und tiroler Bereich der Kalkalpen mit der K-Ar-methode gemessen, um so einen weiteren regionalen Überblick über das alpalpine Metamorphosegeschehen zu erlangen. Überdies wurden die bearbeiteten Phyllite, Tonschiefer und Karbonatgesteine im Detail mikroskopiert und röntgenographisch ausgewertet, um aufgrund petrographischer Unterlagen eine bessere Interpretation der Altersdaten zu ermöglichen.

Um einen regionalen Überblick über das Verhalten von K-Ar und Rb-Sr-systeme im Bereich abklingender Metamorphose zu erreichen, wurden Tonschiefer und Karbonate im karnischen Niveau bis an den Alpennordrand beprobt und teilweise für die Messung vorbereitet.

Zur Abschätzung der Heraushebung und Abtragung alpalpidisch verjüngter Glimmer, wurden Handstücke vom basalen Anteil der Kainacher Gosau im Feld und in Bohrkernen der Bohrung Afling (ÖMV) aufgesammelt.

#### Ergebnisse und Diskussion

##### Hochkönigprofil (Fig.1)

Der Großteil der separierten Feinfraktionen (7-3, 3-1.5, 1.5-0.1  $\mu\text{m}$ ) bestehend aus Illit-Muskoviten. Das Verhältnis der Intensitäten 1002/1001 weist auf eine steigende phengitische Komponente in den kleineren Fraktionen hin. Der signifikanteste mineralogische Wechsel in Richtung feinsten Fraktionen ist die Zunahme des Anteils der Paragonit-Muskovit Wechsellage-

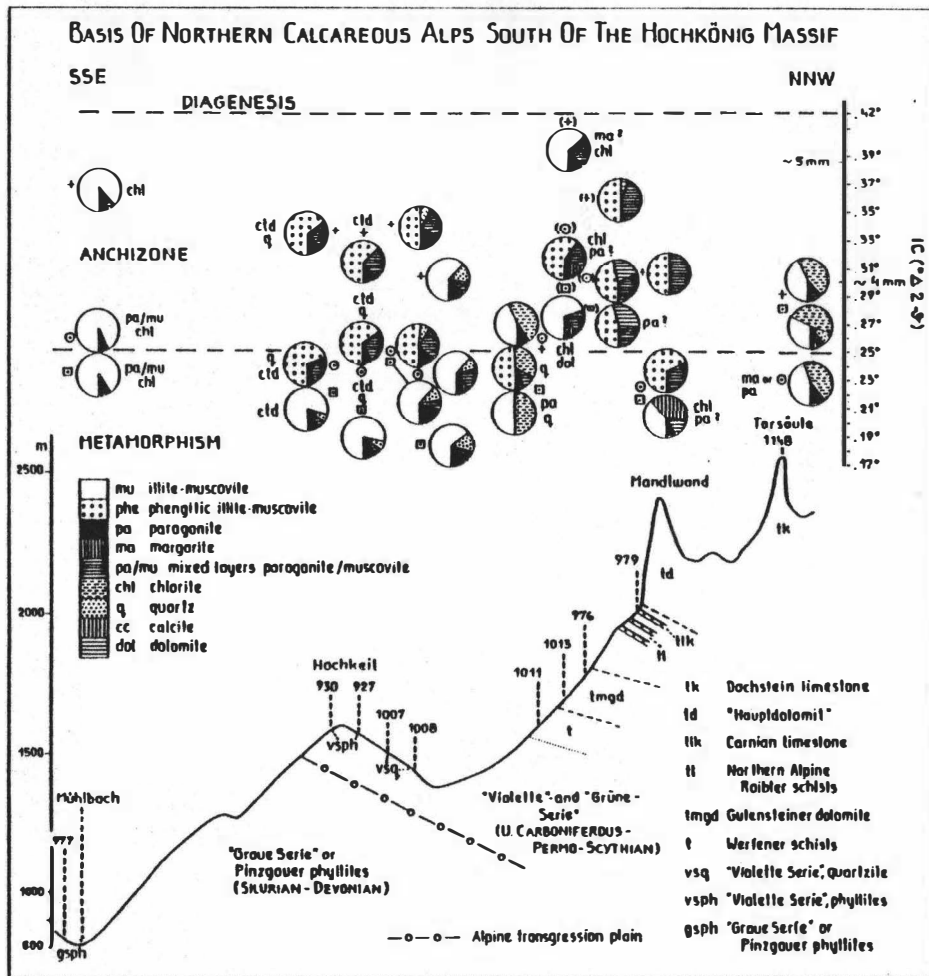


Abb. 1

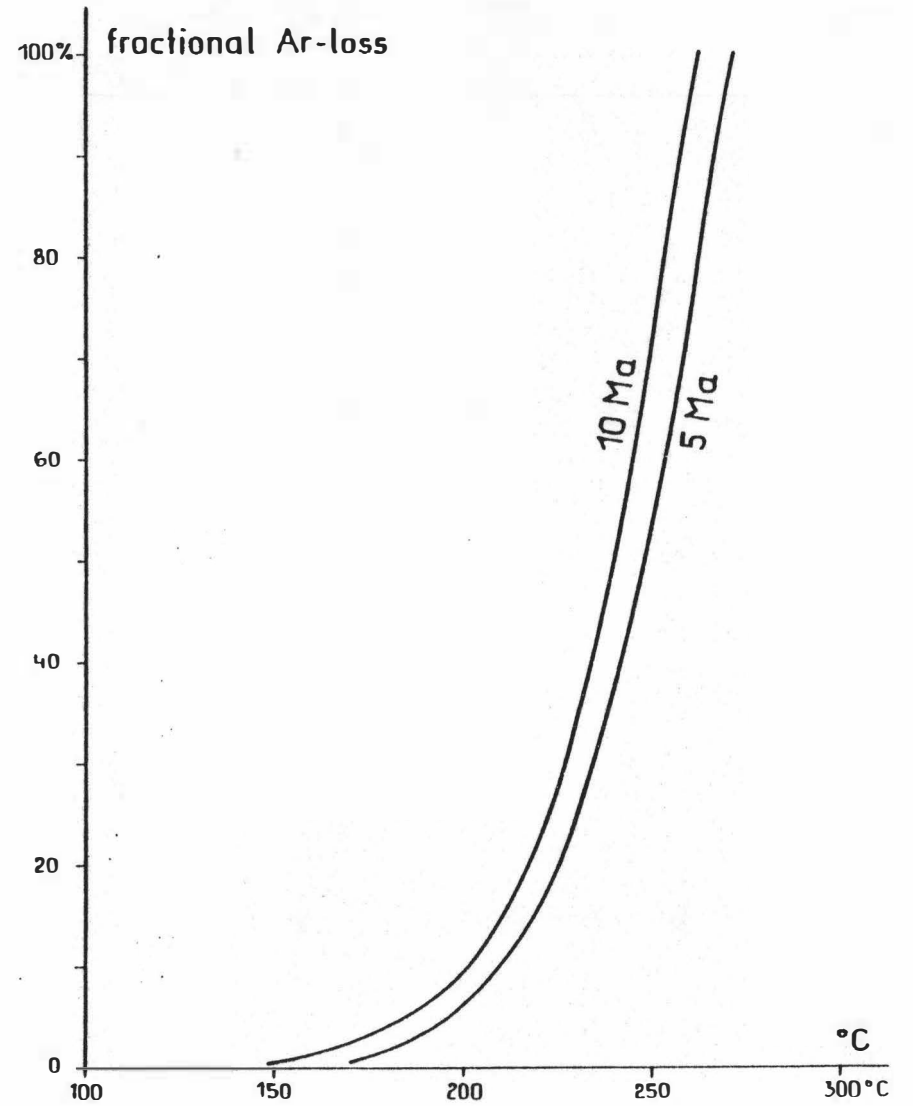


Abb. 2

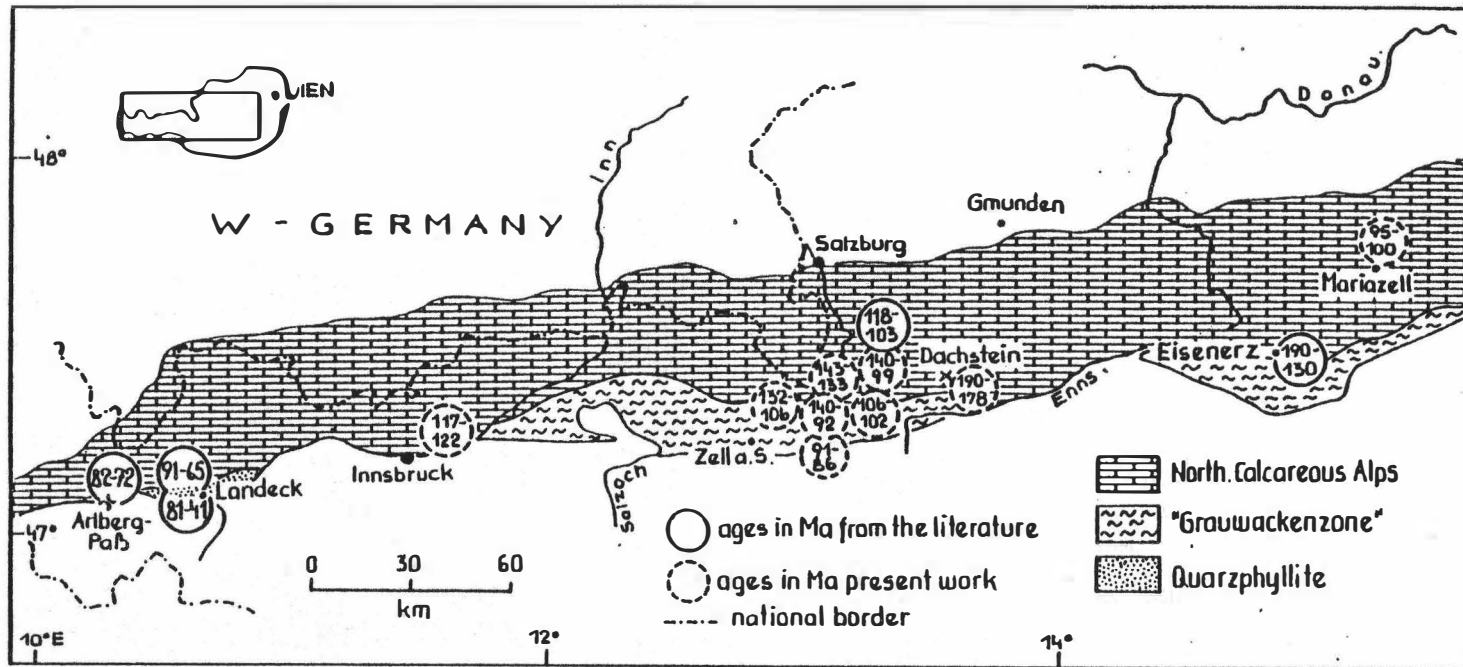


Abb. 3

Abbildungen:

- Abb. 1) Profil über den Grenzbereich der Grauwackenzone und Kalkalpen südlich des Hochkönigs. Darüber die Halbwertsbreiten des ersten Illit-Peaks im hundertstel Grad vom 2°-Winkel und die mineralogische Zusammensetzung.
- Abb. 2) Theoretische Ar-Volumsdiffusion: 10 bzw. 5 Ma Temperatur Einfluß, 7 mm Durchmesser der Glimmerplättchen. Zylindrisches Modell. Aktivierungsenergie  $Q = 43.7 \text{ kcal/mol}$  ( $183 \text{ kJ/mol}$ ) und Diffusionsgeschwindigkeit  $D_0 = 1 \times 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{sec}$  nach HAMMERSCHMIDT (1982)
- Abb. 3) K-Ar Alter vom Südrand der Nördlichen Kalkalpen, der Grauwackenzone und dem Landecker Quarzphyllit. N Arlbergpaß und N Landeck (THÖNI, 1980), S Landeck (KRECY, 1981), N Abtenau (KIRCHNER, 1980), Eisen- erz (JUNG, 1980).
- Abb. 4) Häufigkeitsverteilung der K-Ar und Rb-Sr Alter am Kalkalpen-Südrand und in der Grauwackenzone des Salzburger Bereichs. Stratigraphische Grenzen nach KENNEDY & ODIN, 1982.

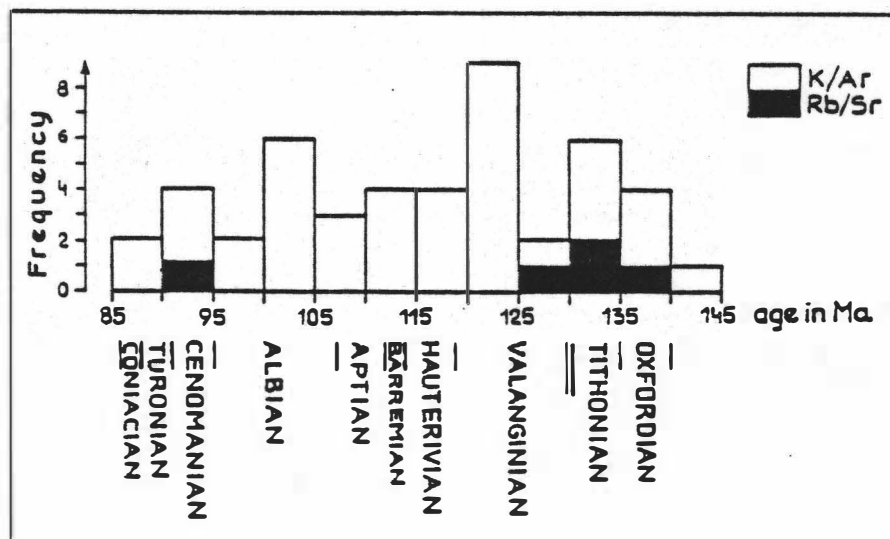


Abb. 4

rungsminerale in den feinsten Fraktionen, der in den karnischen Karbonaten bis zu 50 % ausmachen kann.

Paragonit kommt in den meisten Proben vor und kann als ererbt oder während der alpidischen Metamorphose als neugebildet interpretiert werden. Margarit kann in einigen Proben, da er in größeren Mengen auftritt, röntgenographisch vom Paragonit unterschieden werden. Die im Dünnschliff recht auffälligen Chloritoide in den Permo-skythischen Phylliten sind in der Feinstfraktion nur mehr in Spuren zu finden. Vom Fehlen von Pyrophyllit und von Chlorit in den letztgenannten Proben wird auf die Bildung des Chloritoids aus diesen Mineralien geschlossen.

Die Illitkristallinitäten müssen durch die Anwesenheit von Paragonit mit Vorsicht interpretiert werden (KISCH, 1980). Bemerkenswert ist der Kristallinitätsunterschied bedingt durch die Korngröße. Während die feinste Fraktion durchwegs im diagenetischen Feld anzutreffen ist, liegen die beiden größeren Fraktionen an der Grenze Anchizone-Metamorphose. Der Vergleich der Illitkristallinitäten unterschiedlicher Gesteine ist problematisch. Die Tonfraktionen aus dem Gutensteiner Dolomit sind aus der Betrachtung in jedem Fall auszunehmen, da hohe Mg-Konzentrationen die Illitkristallinität generell verschlechtert. Trotz dieser Vorbehalte ist das nicht Vorhandensein von signifikanten Unterschieden in den IK-Werten vom Liegenden zum Hangenden auffällig und läßt auf eine eher einheitliche metamorphe Überprägung bis zum Dach des Hochkönigs schließen.

In diesem Zusammenhang ist es interessant, daß IK-Werte von der Oberkante des Dachsteinmassivs ins diagenetische Feld fallen, was seinem Charakter als oberstes tektonisches Stockwerk entspricht.

Unter Einbeziehung der Erfahrungen der Schweizer Alpen (FREY, 1978) können folgende Schlüsse gezogen werden: Das Auftreten von Paragonit und Chloritoid, welche meist unter epimetamorphen Bedingungen gebildet werden und auf der anderen Seite das Vorkommen von Pa/Mu, das

mehr in anchizonalen Bereichen vorkommt, charakterisieren eine Metamorphose im Grenzbereich Anchizone-Metamorphose.

Rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen an Gesteinsbruchstücken ergaben, daß die im Jahresbericht 1981 erwähnten gelappten Illit-Muskovite bevorzugt an den Schieferungsflächen auftreten und daher die an Proben mit diesen Kornformen gemessenen K-Ar- und Rb-Sr-Altern von 92 bzw. 94 Ma, dem Zeitpunkt der letzten penetrativen Durchbewegung bei bereits sinkenden Metamorphosetemperaturen entsprechen könnten.

#### Neuergebnisse und Interpretation der Altersdatierung am Kalkalpensüdrand

Die im letzten Jahresbericht mitgeteilten Alter liegen im Bereich von 137-92 Ma. K-Ar Messungen an großen Hellglimmern und Pyrophylliten aus dem Lagerstättengebiet von Mitterberg ergeben variszische Modellalter (290-285 Ma). Neue K-Ar-Alter (Abb.3) von Feinstfraktionen aus O.Wildschönauer Schiefer W Hüttau ergaben 106-102 Ma, in der und um die Pailwandscholle 140-120 Ma, im Blühnbachtal zwischen 143-132 Ma und aus den Partnachschichten zwischen Innsbruck und Schwaz 122-117 Ma. Obwohl das Filzmooserkonglomerat südlich des Dachsteins (Abb.3) bereits eine Metamorphose im Bereich der Grünschieferfazies erreicht hat, ergaben sich ungewöhnlich hohe Modellalter. Vermutlich befinden sich Ar-Überschuß oder große Anteile von detritisch vererbten radiogenem Ar in den Feinstfraktionen.

Zwei K-Ar Alterswerte (100 und 95 Ma) von Diabasen bei Annaberg (POBER, 1981) entsprechen dem Zeitraum der altalpinen Metamorphose. Ob es sich dabei um Intrusionsalter oder metamorphe Überprägung handelt, ist bislang noch ungeklärt.

Um die vorliegenden Altersdaten richtig interpretieren zu können, ist es zweckmäßig, Überlegungen theoretischer Natur anzuschicken. In Abb.2 wurden Ar-Volumsdiffusionswerte dargestellt, die auf Daten von

HAMMERSCHMIDT (1982) aus einem ähnlich schwach metamorphen Gebiet stammen und zur Berechnung des Ar-Austausches bei verschiedensten Temperaturen dienten.

Die Berechnung wurde von der vorsichtigen Annahme geleitet, daß alle Illit-Muskovit-Flättchen einen Durchmesser von  $7 \mu\text{m}$  besitzen und die jeweilige Maximaltemperatur bloß  $>10$  bzw.  $5 \text{ Ma}$  vorherrschte. Falls nur mit einem volumsdiffusiven Austausch gerechnet werden kann, ohne andere Homogenisationsmechanismen zu berücksichtigen, so wäre bei einer Temperatur von  $270^{\circ}\text{C}$  ein kompletter Austausch zu erwarten.

Diese Temperatur wurde bei einem Metamorphosegrad, bei dem südlich des Hochkönigs Chloritoid und Pyrophyllit gebildet wurde, sicherlich überschritten und kann über einen längeren Zeitraum ( $10 \text{ Ma}$ ) vorherrschend angenommen werden.

Es ist jedoch wahrscheinlich, daß die höheren Alterswerte des in Abb.4 dargestellten Histogramms noch eine geringe detritische Komponente einschließen, doch ist es nach dem jetzigen Kenntnisstand schwer zu beurteilen, ab wann genau eine detritische Komponente gänzlich auszuschließen ist. Immerhin weisen die im Fehlerbereich identen K-Ar ( $117-125 \text{ Ma}$ ) und Rb-Sr ( $135 \pm 5 \text{ Ma}$ ) Alter der permo-skythischen Feinstfraktionen südlich des Hochkönigs auf eine nahezu komplette Isotopenhomogenisation zu diesem Zeitpunkt hin.

Ein zeitlich eng begrenztes Temperaturmaximum ist in einem Gebiet, das nur relativ schwach aufgewärmt wurde und dessen thermische Entwicklung oft durch lokale penetrative Deformation gestört wurde, nicht sehr wahrscheinlich. Vielmehr ist ein flacher Temperaturpeak zu erwarten, der über eine längere Zeit mehr oder minder konstant bleibt. Dieses Temperaturplateau scheint schon in der U-Kreide erreicht worden zu sein. Der jeweilige Schließungsmechanismus des Isotopenaustausches hängt überdies weitestgehend von in diesem Gebiet noch unbekanntem Art des Wärmetransports (conductiver od. convectiver) ab. Würde man einen überwiegend convectiven Wärmetransport durch fluide



Phasen annehmen, so könnte man relativ schnell Temperaturen in hohe tektonische Stockwerke transportieren. Das auf fluidem Austausch sensitiver reagierende Rb-Sr-System könnte durch Umkristallisation relativ früh homogenisiert worden sein und an Stellen ohne penetrative Durchbewegung seither als geschlossenes System verharren. Das K-Ar-System hingegen ist weniger vom flüidalen Austausch beeinflussbar, kann aber noch bei niedrigeren Temperaturen auf volumsdiffusiven Weg ausgetauscht haben.

Hervorzuheben ist, daß die Alter zwischen 100-85 Ma vornehmlich aus der Grauwackenzone stammen und so nahtlos an die Abkühlalter der höher metamorphen Gebiete anschließen.

Vorläufige  $^{13}\text{C}$  -  $^{18}\text{O}$  Werte von karnischen Kalken ( $^{13}\text{C}_{\text{PDB}} = + 3.30$ ,  $^{18}\text{O}_{\text{PDB}} = - 5.06$ ) südlich des Hochkönigs und tektonisierte Hallstättenkalke in der Pailwandscholle ( $^{13}\text{C}_{\text{PDB}} = + 2.86$ ,  $^{18}\text{O}_{\text{PDB}} = - 2.35$ ) deuten auf eine Umkristallisation in Kontakt mit aufgeheiztem Meerwasser hin. Ob dieses Meerwasser jedoch zum Zeitpunkt der metamorphen Umkristallisation noch im Gestein vorhanden war oder ob es auf konvektivem Wege zugeführt wurde, kann nicht beantwortet werden.

Nach der jetzigen Erkenntnis wurde vermutlich der ganze Südrand der Nördlichen Kalkalpen von einer schwachen Metamorphose erfaßt, wobei in den Feinstfraktionen bereits weitestgehendster Isotopenaustausch stattgefunden hat. Die etwas jüngeren Alter zwischen Landeck und Arlberg werden als tektonisch beeinflusst oder durch eine jungalpine Metamorphose verjüngt gedeutet (THÖNI, 1980).

#### Literatur:

FREY, M. 1978: Progressive low-grade metamorphism of a black shale formation, Central Swiss Alps, with special reference to pyrophyllite and margarite bearing assemblages.- J.Petrol. 19, 93-135.

- HAMMERSCHMIDT, K. 1982: K/Ar and  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  age resolution from illites of the Trias of Maultal; Mesozoic over of the Austroalpine Basement, Eastern Alps (South Tyrol).- Schweiz.mineral.petrogr.Mitt., 62, 113-133.
- JUNG, G. 1980: Radiometrische Altersdatierung und Metamorphoseuntersuchungen der Kalkalpenbasis und der Grauwackenzone in der Radmer und am steirischen Erzberg.- Jber.1979 Hochschulschwerpunkt S 15/1, Leoben.
- KENNEDY, W. & ODIN, G.S. 1982: The Jurassic and Cretaceous time scale in 1981.- In: ODIN, G.S. (Hrsg.): Numerical dating in stratigraphy (557-592), J.Wiley, Chichester.
- KIRCHNER, E.Ch. 1980: Vulkanite aus dem Permoskyth der Nördlichen Kalkalpen und ihre Metamorphose.- Mitt. Österr.geol.Ges., 71/72, 385-396.
- KISCH, H. 1980: Illite crystallinity and coal rank associated with lowest-grade metamorphism of the Tavayanne greywacke in the Helvetic zone of the Swiss Alps.- Eclogae Geol.Helv., 73, 753-777.
- KRECZY, L. 1981: Seriengliederung, Metamorphose und Altersbestimmung in der Region der Thialspitze SW Landeck, Tirol.- Unveröff.Diss., Univ.Wien, 125 S.
- POBER, E. 1981: Die Blei-Zink Vererzung am Südostrand des Schelzfensters südlich von Annaberg/ NÖ.- Unveröff.Vorarbeit Geol.Inst.Univ.Wien, 77 S.
- THÖNI, M. 1980: Distribution of pre-Alpine and Alpine Metamorphism of the Southern Ötztal Mass and the Scarl Unit, based on K/Ar age determinations.- Mitt.Österr.geol.Ges., 71/72, 139-165.