

## 10. GEOCHRONOLOGISCHE DATEN AUS DEN SCHLADMINGER TAUERN UND IHRE GEOLOGISCHE INTERPRETATION

E. HEJL, M. ROCKENSCHAUB & P. SLAPANSKY

In den letzten Jahren wurde eine Reihe von K/Ar- und Rb/Sr-Mineralaltern aus dem Schladminger Kristallin, den Wölzer Glimmerschiefern, den Radstädter Quarzphylliten und dem unterostalpinen Mesozoikum, sowie einzelne Daten aus der Gurktaler Decke, den Ennstaler Phylliten und der Lessacher Phyllitzone erarbeitet. Es wird ein kurzer Überblick über das Datenmaterial und seine Interpretation gegeben, wobei die geologische Bedeutung vor allem im Rahmen neuer petrographischer und strukturgeologischer Beobachtungen kurz dargestellt wird. Die räumliche Verteilung der Daten ist aus den Karten Abb. 10/1 und 10/2 ersichtlich, ihre zeitliche und stratigraphische Einordnung sowie die Zusammenfassung zu einzelnen Altersgruppen aus der Tabelle Abb. 10/3.

### **Erläuterungen zu den Mineralaltersgruppen**

**340-350 Ma:**

In diesen Bereich fallen die Rb/Sr-Alter der plutonisch gebildeten Hellglimmer aus den sauren Intrusiva und K/Ar- und Rb/Sr-Alter der Pegmatitmuskovite. Diese Alterswerte könnten als Mineralbildungsalter zu interpretieren sein, möglicherweise datieren sie aber ein frühvariszisches Metamorphoseereignis.

**270-320 Ma:**

Bei dieser Gruppe liegt eine Interpretation als Abkühlalter der variszischen Metamorphose nahe. Eine teilweise Verjüngung durch die alpine Metamorphose kann jedoch nicht ausgeschlossen werden.

**135-270 Ma:**

Diese Modellalter sind als Mischalter zu interpretieren, sie datieren kein geologisches Ereignis. Die alpine Überprägung bewirkte eine teilweise Abgabe des radiogenen  $^{40}\text{Ar}$  bzw.  $^{87}\text{Sr}$  aus den präalpinen Glimmern. Die alpinen Temperaturen reichten für eine vollkommene Verjüngung jedoch nicht aus. Biotite weisen vielfach Überschußargon auf (dem Kristall von außen zugeführtes  $^{40}\text{Ar}_{\text{rad}}$ ). Dies führt dazu, daß die Biotite z. T. höhere Alter als die Hellglimmer aus derselben Gesteinsprobe ergeben, bzw. daß die Rb/Sr-Alter der Biotite z. T. wesentlich niedriger liegen als ihre K/Ar-Alter.

**100-135 Ma:**

Die K/Ar-Alter in diesem Intervall werden ebenfalls als Mischalter angesehen. In den Biotiten dürfte z. T. Überschußargon vorhanden sein.

Die Rb/Sr-Alter von syndeformativ gesprossenen Hellglimmern aus Weißschiefern und intensiv geschieferten sauren Orthogneisen gehören ausnahmslos dieser Altersgruppe an. Sie stellen Mineralbildungsalter dar, da die Kristallisation der Glimmer unter ihrer Blockingtemperatur für das Rb/Sr-Isotopensystem erfolgte. Das relativ große Streuen der Alter dürfte durch vereinzelt noch zu beobachtende präalpine Glimmer verursacht sein, die bei der Glimmernaufbereitung nicht vollkommen abgetrennt werden konnten.

**70-100 Ma:**

Hier handelt es sich um Abkühlalter der altalpinen Metamorphose. Eine ausgeprägte Häufung zeigen diese Alter um etwa 90 Ma (Turon). Als Ursache der Abkühlung wird die Aufschiebung des ostalpinen Kristallins auf kühlere unterostalpine und penninische Einheiten betrachtet. Die Biotite beinhalten, wie schon oben erwähnt, teilweise Überschußargon.

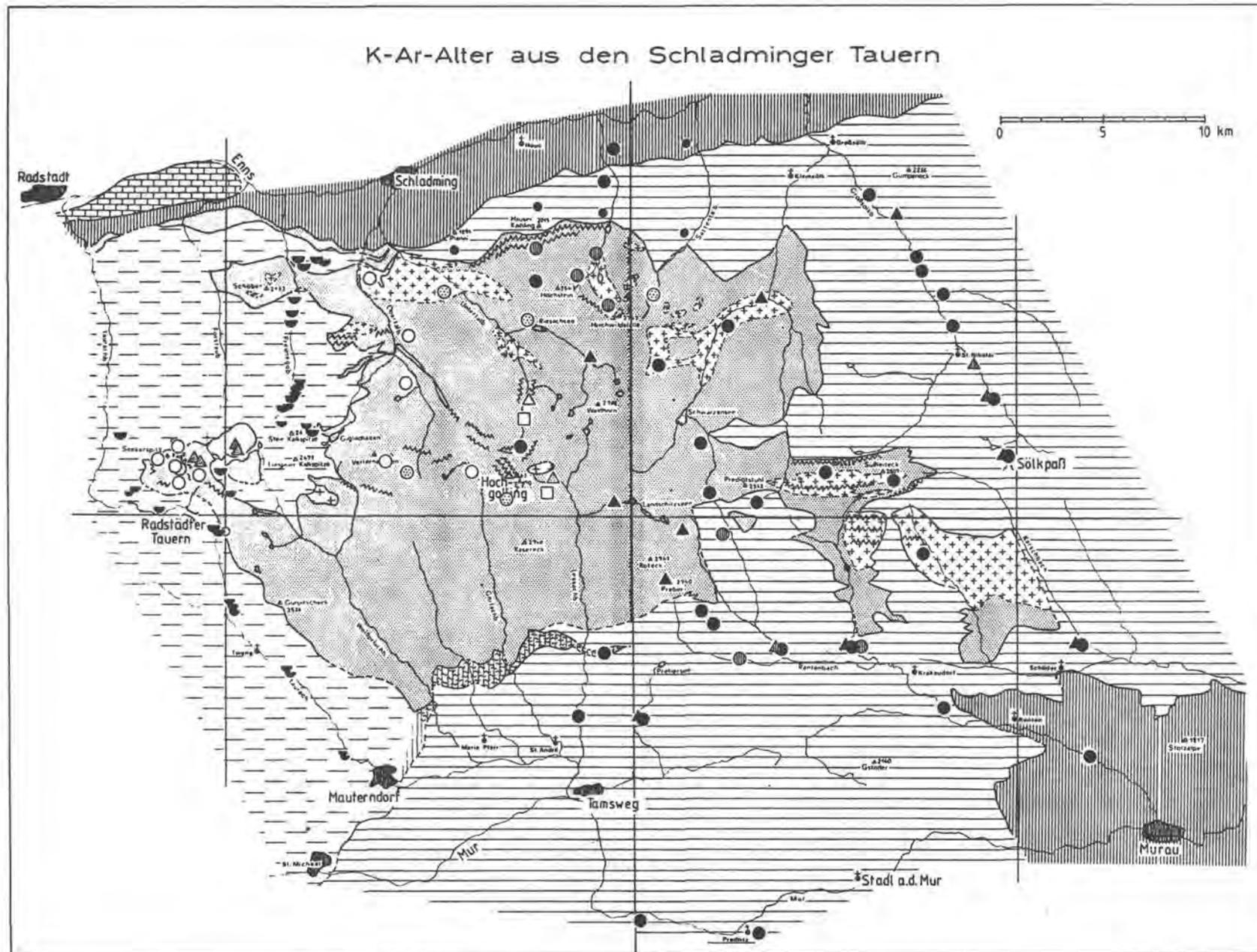


Abb. 10/1 (Legende auf der übernächsten Seite)

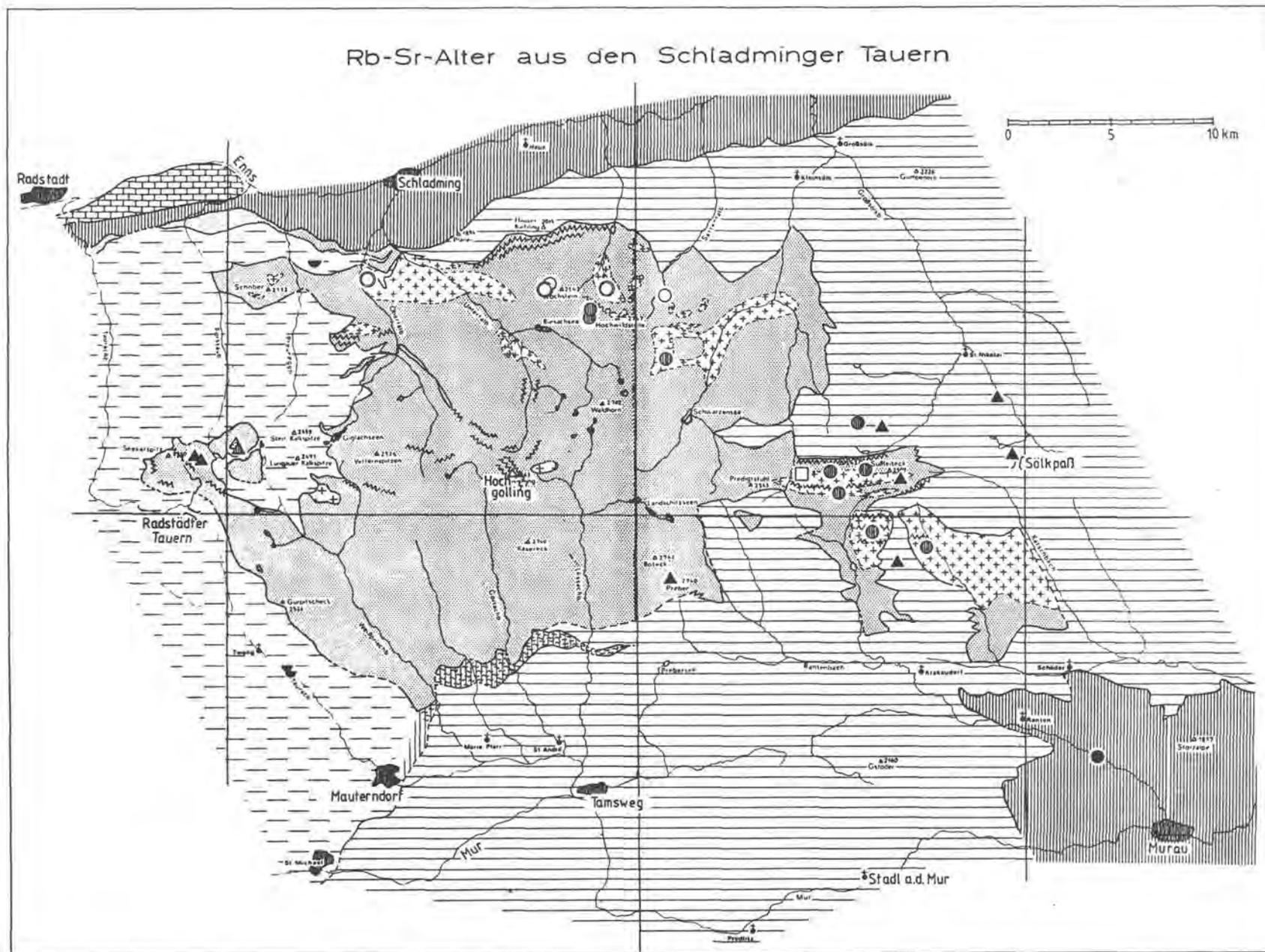


Abb. 10/2 (Legende auf der nächsten Seite)

	Unterostalpinen Permomesozoikum, Radstädter Quarzphyllit, Twenger Kristallin und Penninikum
	Schladminger Kristallin im allgemeinen
	saure Orthogneise des Schladminger Kristallins
	Lessacher Phyllonitzone
	wölzer Kristallin
	Ennstaler Phyllite, Gurktaler Decke
	Mandlingzug (kalkalpine Trias)
	alpidisch stark durchbewegte Zonen im Schladminger Kristallin

			◡ 6-11 u 30 Ma
50-70 Ma		●	◡ 6-11 u 30-70 Ma
70-100 Ma	▲ ●		◡ 6-11 u 70-100 Ma
100-135 Ma	▲ ⊗		
135-270 Ma	▲ ⊗		○
270-320 Ma	△ ○		
340-350 Ma	○ □		
	Biotit		
	Muskowit		
	Pegmatitmuskowit		
	Hellglimmer aus späten Bewegungszone		
	Feinfraktionen		
	detritischer Muskowit		

Legende zu den Abb. 10/1 und 10/2 (Karten der Altersdatierungen)

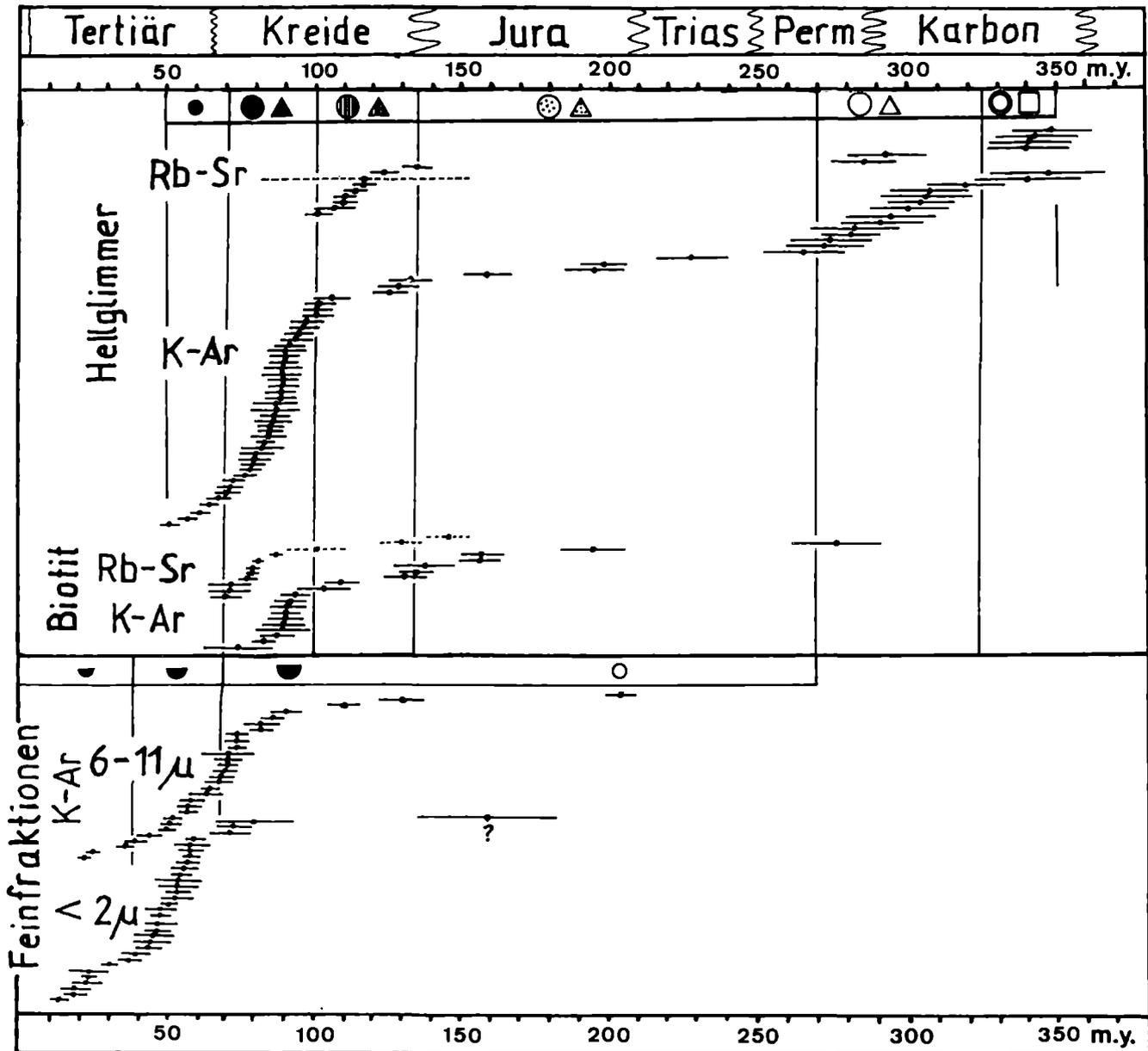


Abb. 10/3: Summenkurvendarstellung der Alterswerte für die verschiedenen Minerale und Datierungsmethoden. Die analytischen Fehler sind durch die Balken angegeben. Die Zusammenfassungen zu Altersgruppen und die Symbole entsprechen denen auf den Karten (Abb. 10/1 und 10/2).

50-70 Ma:

Diese K/Ar-Alter von Heliglimmern stammen ausschließlich aus dem nördlichen Grenzbereich zwischen Schladminger Kristallin und Wölzer Glimmerschiefern, der durch späte Deformation stark überprägt wurde. Die Glimmerschiefer zeigen z. T. eine vollkommene Umschieferung (Transversalschieferung). Hier ist vor allem die anhaltende Deformation, neben einem erhöhten Fluidangebot für den länger andauernden Isotopenaustausch verantwortlich.

### Alterswerte der Feinfraktionen

In einem 20 km langen, etwa N-S verlaufenden Profilstreifen entlang des Preunegg-Tales und südlichen Taurachtales wurden K/Ar- und Rb/Sr-Alter an Feinfraktionen (hpts.  $<2 \mu$  und  $6-11 \mu$ ), bevorzugt aus Alpinem Verrucano und Lantschfeldquarzit ermittelt. Die in die Karten aufgenommenen Symbole beziehen sich auf die  $6-11 \mu$  Fraktionen. Die Daten streuen sehr stark, es zeigen sich aber zwei grundsätzliche Trends: die Alter der feineren Fraktionen desselben Handstücks sind jeweils jünger, die Alter nehmen allgemein von N gegen S ab. Die Alter der  $6-11 \mu$  Fraktionen reichen von  $111 \pm 6$  im N (Hochwurzten) bis  $24 \pm 2$  Ma im S (NW Mauterndorf), die der  $<2 \mu$  Fraktionen von  $73 \pm 7$  im N bis  $16 \pm 3$  Ma im S. Diese Daten sind überwiegend als Mischalter zwischen Werten der kretazischen und der tertiären Metamorphose anzusehen, wobei der Einfluß der tertiären Tauernkristallisation gegen S kontinuierlich zunimmt. Diese Alter datieren somit nicht direkt ein geologisches Ereignis, vielmehr spiegeln sie den Grad der tertiären thermischen Beeinflussung wider, wobei auch andere Faktoren, wie z. B. Durchbewegung und der Einfluß fluider Phasen, eine bedeutende Rolle spielen. Dies zeigt sich auch am beträchtlichen Streuen der Daten. Weiters kann ein unterschiedlicher Einfluß detritischer Glimmer das Altersspektrum verzerren.

### Der variszische Zyklus

Variszisch wurde dem Schladminger Kristallin eine amphibolitfazielle Matamorphose aufgeprägt. Migmatitbildungen und saurer Plutonismus sind weit verbreitet. Z. T. wird ein genetischer Zusammenhang zwischen Plutoniten und Migmatiten gesehen. Die Rb/Sr-Datierungen von postkristallin undeformierten oder nur unmerklich deformierten Hellglimmern erbrachten Alter um etwa 340 Ma. Da die Dünnschliffbeobachtung den Schluß auf primäre plutonische Glimmer zuläßt, liegt es nahe, die Intrusion dieser Plutonite im Unterkarbon (oder auch bereits früher) anzunehmen. Im Seckauer Kristallin ergaben Rb/Sr-Gesamtgesteinsdatierungen an einem sauren Orthogneis  $432 \pm 16$  Ma, an einem später intrudierten Metagranit  $354 \pm 16$  Ma (SCHARBERT, 1981). Aufgrund der aus dem Schladminger Kristallin vorliegenden Mineralalter kann allerdings nicht eindeutig gesagt werden, ob die 340 Ma-Alter tatsächlich das magmatische Ereignis datieren oder ob sie als Metamorphosealter zu interpretieren sind. Sehr ähnliche Alter von Pegmatitglimmern (ebenfalls etwa 340 Ma) lassen darauf schließen, daß die Metamorphose jedenfalls bereits im Unterkarbon eingesetzt hat, da die Pegmatite in bereits höhertemperierte Serien eindrangen (HEJL, 1984).

Die Abkühlung der variszischen Metamorphose erstreckte sich über einen längeren Zeitraum. Die als Abkühlalter interpretierten K/Ar-Daten streuen zwischen 320 und 265 Ma (Oberkarbon - Perm). Es kann dabei jedoch eine geringfügige alpine Beeinflussung der Alterswerte nicht ausgeschlossen werden.

Einen Hinweis auf mehrphasiges variszisches Geschehen könnte eine nur leicht verschieferte Orthogneisprobe geben, deren plutonische Hellglimmer ein Rb/Sr-Alter von  $343 \pm 14$  Ma lieferte. Eine jüngere Hellglimmergeneration, die als grobkörnige Fülle in den Plagioklasen sowie in den makroskopisch kaum erkennbaren Schieferungsflächen auftritt (Korngröße  $0,42-0,25$  mm), wurde mit  $285 \pm 11$  Ma datiert. Dieses Alter könnte als Kristallisationsalter interpretiert werden, eine alpine Beeinflussung läßt sich aber auch hier nicht völlig ausschließen.

Im Wölzer Kristallin wird eine Abnahme der variszischen Metamorphose von S nach N beschrieben. Im südlichen Bereich sind zahlreiche Staurolith- und Disthenfunde bekannt. Diese fehlen in den nördlichen Abschnitten und in den Ennstaler Quarzphylliten. Hier dürften die Bedingungen der oberen Grünschieferfazies nie überschritten worden sein.

Rb/Sr-Datierungen an Pegmatiten aus dem östlichen Wölzer Kristallin erbrachten Alter von durchschnittlich  $240 \pm 5$  Ma (S. SCHARBERT, pers. Mitt.). Damit ergibt

sich ein markanter Unterschied zu den Pegmatiten des Schladminger Kristallins mit Altern von etwa 340 Ma.

### Der alpidische Zyklus

Die kretazische Metamorphose bewirkte im Schladminger Kristallin eine retrograde Überprägung, die sich als unterschiedlich starke Diaphthorese und Verjüngung der radiometrischen Altersdaten bemerkbar macht. Plagioklas wurde unter intensiver Mikrolithenfüllung zu Albit erzmischt, Staurolith, Granat, Hornblende und Biotit wurden teilweise bis gänzlich zersetzt.

Wesentlich für die Umstellung der Isotopensysteme in den Mineralen sind ihre jeweiligen Blockingtemperaturen, jene Temperaturen, über denen ein Isotopenverlust möglich ist (beginnende Verjüngung der Alter). Diese Temperaturen werden wie folgt angegeben (nach JÄGER, 1979):

300  $\pm$  50 °C für Biotite, K/Ar und Rb/Sr  
 350  $\pm$  50 °C für Hellglimmer, K/Ar  
 500  $\pm$  50 °C für Hellglimmer, Rb/Sr

Für eine vollständige Verjüngung der Glimmeralter sind nach den Erfahrungen von M. THÖNI (1982) aus dem Kristallin W des Tauernfensters jedoch deutlich höhere Temperaturen erforderlich:

370 - 400 °C für Biotite, K/Ar und Rb/Sr  
 420 - 450 °C für Hellglimmer, K/Ar  
 570 °C (und höher) für Hellglimmer, Rb/Sr

Daneben können Durchbewegung, Rekristallisation, Einfluß fluider Phasen, Korngröße der Minerale, Dauer der Temperaturbeeinflussung etc. für die Verjüngung der Isotopenalter von Bedeutung sein. Da im Kristallin W des Tauernfensters keine so intensive alpine Durchbewegung und Durchsetzung mit fluiden Phasen stattfand wie im Schladminger Kristallin, sind diese Temperaturen für das Schladminger Kristallin eventuell etwas niedriger anzusetzen.

Im zentralen (Hochgolling) und westlichen Schladminger Kristallin (Seekarspitz und Obertal) kann mit Temperaturen, die knapp unter bzw. in den Bereich der K/Ar-Blockingtemperaturen für Hellglimmer fielen (350  $\pm$  50 °C), gerechnet werden. Die Muskovite (verschiedene Korngrößenfraktionen zwischen 0,07 und 0,7 mm) ergaben überwiegend variszische Alter, z. T. auch Mischalter. Für das Seekarspitzkristallin wird eine kretazische Metamorphosetemperatur von 350 - 400 °C angenommen. Biotite sind stark bis vollständig verjüngt (Rb/Sr und K/Ar, z. T. Ar-Überschüß), z. T. sind sie auch kretazisch rekristallisiert.

Gegen N und E treten deutlich niedrige Alterswerte auf. Im nördlichen Schladminger Kristallin findet sich eine Zone mit K/Ar-Mischaltern der Hellglimmer, z. T. treten auch alpine völlig verjüngte Alter auf. Die Rb/Sr Alter der Hellglimmer zeigen keine alpine Beeinflussung. Die Biotite weisen rein kretazische Alter auf. Es ist daher mit

Metamorphosetemperaturen über etwa 370-400°C (Biotite verjüngt), jedoch noch unter 500  $\pm$  50°C (Rb/Sr-System der Hellglimmer nicht merklich beeinflusst) zu rechnen. Im Alpinen Verrucano am Hochwurzen konnte G. VOLL (1977) aufgrund der Paragenese von Chloritoid und Disthen, sowie aufgrund von Quarzrekristallisationsgefügen alpine Metamorphosetemperaturen von etwa 450°C ableiten.

Im östlichen Bereich erreichte die kretazische Metamorphose im Schladminger Kristallin sowie im hier auflagernden Wölzer Kristallin die höher temperierte Grünschieferfazies. In den unmittelbar hangenden Glimmerschiefern über dem SE Schladminger Kristallin kam es alpin zum Wachstum von Granat, bzw. zur Bildung von Anwachssäumen an älteren Granaten. Mikrosondenuntersuchungen zeigten, daß diese die

gleiche typische Elementverteilung aufweisen wie solche mehrphasige Granate aus dem östlichen Wölzer Kristallin. Optische Vergleiche lassen auch für das SE Schladminger Kristallin ein alpines Granatwachstum vermuten. In dessen unmittelbar hängenden Glimmerschiefern wurden anhand chemischer Analysen Gleichgewichtstemperaturen zwischen drei alpinen Granat-Biotit-Paaren von 467°, 483° und 496°C errechnet.

Ebenso belegen die vollständig verjüngten K/Ar-Hellglimmer- und Biotitalter, daß während der alpinen Metamorphose hier Temperaturen von deutlich über 400°C geherrscht haben. Lediglich die groben Pegmatitmuskovite zeigen im SE Schladminger Kristallin keine alpine Beeinflussung.

Besonders der SE-Anteil des Schladminger Kristallins, aber auch der Grenzbereich zum Wölzer Kristallin unterlagen alpin einer heftigen Deformation. In den Wölzer Glimmerschiefern zerbrachen die Granate teilweise. Ihre Bruchstücke bildeten W-E bis NW-SE orientierte Schlieren. Den Orthogneisen wurde großteils eine intensive Schieferung aufgeprägt. Weißschieferbildungen sind in diesen weit verbreitet. Der Schersinn dieser Bewegungen, der sich aus mikro- und makroskopischen asymmetrischen Deformationsgefügen sowie aus der Quarz c-Achsen-Regelung ableiten läßt, ist gegen W bis NW gerichtet. Die Anlage dieser Bewegungszonen wurde als erstes alpines Deformationseignis angesehen. Erst später wurde dem Kristallin der Faltenbau mit seinen E-W streichenden Achsen aufgeprägt.

Die syndeformativ gesprossenen Hellglimmer dieser Scherzonen ergaben ausnahmslos Rb/Sr-Alter zwischen 106 und 134 Ma. Sie sind als Bildungsalter aufzufassen (Kristallisation der Glimmer unter ihrer Blockingtemperatur für das Rb/Sr-Isotopensystem), die das Alter der Durchbewegung angeben. Einen guten Beleg für die alpine Genese der Weißschiefer lieferten Proben aus der Neualmscharte (W Hohe Wildstelle). Für ihre syndeformativ gesprossenen Hellglimmer konnte alpines Alter belegt werden, während die undeformierten Hellglimmer der sauren Plutonite aus dem umgebenden Bereich variszische Alter lieferten.

Die Glimmerschiefer der Wölzer Serie, die im N, E und S dem Schladminger Kristallin aufliegen, weisen alpine Metamorphosebedingungen der oberen Grünschieferfazies auf. Die Hellglimmer zeigen hier ausschließlich rein alpine Alter. In den Biotiten ist teilweise Überschußargon nachgewiesen.

Die Rb/Sr-Bildungsalter der Hellglimmer aus dem nördlichen und östlichen Bereich des Schladminger Kristallins belegen, daß die altalpine Metamorphose bereits in der Unterkreide ausgebildet wurde, und daß ebenso beträchtliche tektonische Bewegungen (Weißschieferbildung etc.) bereits in der Unterkreide eingesetzt haben.

Die K/Ar-Alter der Hellglimmer aus dem östlichen Schladminger Kristallin und den Wölzer Glimmerschiefern hingegen datieren die Abkühlung der kretazischen Metamorphose (unter etwa  $350 \pm 50^\circ\text{C}$ , Blockingtemperatur für K/Ar, Hellglimmer). Ein sehr deutliches Maximum dieser Alter fällt ins Turon (etwa 90 Ma), was auf eine relativ rasche Abkühlung zu dieser Zeit hinweist. Als Ursache dafür wird starke tektonische Aktivität (Haupttektonik im Schladminger Kristallin: Entstehung des internen Schuppenbaus, Inversion von zumindest Teilen des Schladminger Kristallins) angenommen, durch welche ursprünglich tiefere, höher aufgewärmte Krustenteile über kühlere gebracht wurden.

Hinweise für eine derartige kretazische Tektonik ergeben sich im westlichen Schladminger Kristallin aus der Untersuchung von Mikrogefügen in Zusammenhang mit geochronologischen Datierungen an permoskythischen Metasedimenten, die z. T. noch mit primär sedimentärem Kontakt mit dem Kristallin verbunden sind. Sie weisen in heute tektonisch tieferer Position (z. B. Seekarspitzgebiet) eine geringere kretazische Metamorphose auf, während tektonisch höhere, nördliche Bereiche (z. B. Hochwurz) hö-

here kretazische Metamorphosetemperaturen erfahren haben. Hinweise auf eine komplexe alpine tektonische Gliederung des Schladminger Kristallins ergeben sich sowohl aus dessen kompliziert gestaltetem Westrand mit weit in das Kristallin einspießenden Lamellen von Metasedimenten, sowie aus Mylonit- und Phyllonitzonen innerhalb des Kristallins.

Die Grenze Schladminger Kristallin/Wölzer Kristallin stellt ebenfalls eine bedeutende alpidische Bewegungszone dar. Dafür sprechen die im SE des Schladminger Kristallins verbreitet auftretenden Mylonit- und Weißschieferzonen mit NW- bis W-vergerten Bewegungsindikatoren. Streckungslineare und Schlieren aus Granatbruchstücken sind weit verbreitet. Die verdrifteten Bruchstücke dieser alpin tektonisierten Granite wuchsen alpin weiter.

Auch die stark durchbewegten Zonen im N des Schladminger Kristallins sowie wahrscheinlich auch Teile der Lessacher Phyllonitzzone dürften durch derartige Relativbewegungen entstanden sein.

Die Wahrscheinlichkeit für einen großteils alpinen tektonischen Kontakt zwischen Schladminger und Wölzer Kristallin ergibt sich auch aus der räumlichen Verteilung der Altersdaten. Die kuppelartig unter den Glimmerschiefern liegenden Gneise weisen z. T. geringere alpine Metamorphosetemperaturen auf als die Glimmerschiefer mit ihren ausnahmslos alpinen Alterswerten. Die tektonisch tiefsten Anteile der Gneise zeigen die geringste alpine Beeinflussung. Diese Situation kann wohl kaum allein durch eine schräg zu voralpinen Strukturen verlaufende Lage der alpinen Isothermen erklärt werden. Ein weiterer Hinweis auf alpine Relativbewegungen könnte sich aus dem voralpinen Metamorphoseablauf der beiden Serien ergeben, wobei die Pegmatite in der strukturell höheren Glimmerschieferserie etwa um 100 Ma jünger sind als die der tieferen Schladminger Gneise (siehe oben).

Die endgültige Abkühlung erfolgte zu Ende des Campan (Abkühlalter der Biotite,  $T < 300 \pm 50^\circ\text{C}$ ). Tektonische Nachbewegungen, vor allem am N-Rand des Schladminger Kristallins, dauerten bis ins Tertiär an und verursachten weitere Verjüngung der K/Ar-Hellglimmeralter.

Die tertiäre Tauernmetamorphose, die durch den thermischen Ausgleich im kretazisch entstandenen Deckenstapel bedingt ist, zeigt im größten Teil des betrachteten Bereichs keine erkennbaren Auswirkungen. Erst im tiefsten Anteil des Schladminger Kristallins (Seekarspitzkristallin) ist ein deutlicher Einfluß erkennbar, der sich in den Altern der Feinfraktionen ( $< 2 \mu$  bis unter 30 Ma), sowie in einer weiteren Chloritisierung (Biotit wird zersetzt) und Stilpnomelanbildung äußert. Ein wesentlicher Einfluß der Tauernmetamorphose ist in den tieferen Einheiten der Radstädter Decken im südlichen Taurachtal zu erkennen, wo eine weitgehende Rekristallisation mit rein tertiären Altern der Feinfraktionen korreliert.

Die Abkühlung der Tauernmetamorphose ist auf die Aufwölbung der Tauernkuppel und die damit verbundene Erosion zurückzuführen. Dies zeigt sich auch durch die kontinuierliche Abnahme der Alter der Feinfraktionen gegen das Tauernfenster. Der wesentlichste Teil der Hebung und Abkühlung hat vor dem unteren Miozän stattgefunden (siehe auch CLIFF et al., 1985; STAUFENBERG, 1985).

Die vorliegenden Daten wurden im Rahmen von Dissertationen am Institut für Geologie der Univ. Wien erarbeitet. E. HEJL (1983) bearbeitete das zentrale Schladminger Kristallin, sowie Teile des im S und E auflagernden Wölzer Kristallins, M. ROCKENSCHAUB (1986) das östliche Schladminger Kristallin und Bereiche der hangenden Wölzer Glimmerschiefer und Ennstaler Quarzphyllite, und P. SLAPANSKY (1987) das westlichste Schladminger Kristallin (Seekarspitzkristallin) sowie die damit verbundenen Metasedimentserien.