

Porphyroidische Serizitschiefer vom Mandlkogel im Sausal, Steiermark

Von Josef Hanselmayer, Graz

Mit 2 Abbildungen auf Tafel III

Meinem hochgeschätzten Lehrer

Herrn Univ.-Professor Dr. FRANZ ANGEL

zu seinem 75. Geburtstag.

Die in den pannonischen Schottern von der Platte-Graz und von Laßnitzhöhe (speziell Grube GRIESSL) gefundenen und beschriebenen Quarzporphyr- und Porphyroidgerölle (HANSELMAYER 1958 b, 1959 a und b, 1960 b 1961) veranlaßten die Frage, ob dazu passende anstehende Gesteine in einem als möglich erscheinenden Liefergebiet gefunden werden könnten. Irgendwelche Vorkommen unveränderter Quarzporphyre sind weit und breit anstehend nicht bekannt. Bezüglich jener Quarzporphyre bzw. Porphyroide, von denen Zeugen in Form von Auswürflingen (typische „Korrosionsquarze“, Alkalifeldspatkörner, Felsit und Brösel von Serizitporphyroiden) sowohl in den violetten als auch in den grünen Diabastuffen der Umgebung Graz (HANSELMAYER 1958 a, 1960 a) studiert wurden, ist eine Aussage über Anstehendes bisher nicht möglich gewesen.

Man könnte im Bezug auf die Herkunft der Porphyroidgerölle etwa an obersteirische Porphyroide denken und müßte nicht einmal bis nach Eisenerz gehen, denn schon aus der unmittelbaren Umgebung von Bruck an der Mur sind Porphyroide bekannt (STINY 1917 a, b). Außer den von STINY angegebenen Vorkommen gibt es auch bei Bruck-Elisenruhe-Ritting noch einen Porphyroid, worauf mich Prof. ANGEL aufmerksam gemacht hat, wofür herzlichst gedankt sei. Dieses Porphyroidvorkommen ist bisher nirgends literarisch erwähnt worden, auch noch nicht bei HOMANN 1955. Über die Petrographie dieses Gesteines wird an anderer Stelle berichtet werden.

Vorgreifend soll schon bemerkt werden, daß auch dieser Porphyroid von Bruck-Elisenruhe den in unseren Schottern beobachteten Porphyroiden nicht ähnlich ist. Umsomehr Gewicht wäre daher auf den Vergleich mit den einzig als anstehend im Bereich des Grazer Beckens bekannten Porphyroiden, nämlich mit denen des Sausalgebirges, speziell Mandlkogel, zu legen. Die einzige publizierte petrographische Arbeit hierüber ist diejenige von LEITMEIER 1908.

Um einen Vergleich durchzuführen, muß man die zu vergleichenden Gesteine schon selbst in Augenschein nehmen, denn auch die eingehenden Beschreibungen von LEITMEIER können den Augenschein nicht ersetzen. Aus diesem Grund hat der Verfasser die Vorkommen am Mandlkogel bei Kitzegg, welche LEITMEIER bearbeitet hat, wieder aufgesucht. Bei der bezüglichen Begehung hat es sich gezeigt, daß sie noch dasselbe Material enthalten, obwohl auch in jüngster Zeit dort wieder Material für Straßenbeschotterung und Mauerwerk entnommen wurde.

Diese Gesteine vom Mandlkogel zeigen große Unterschiede gegenüber den

Eisenerzer- (ANGEL 1919, 1924, 1929, 1939) und den von STINY 1917 a, b beschriebenen Brucker Porphyroiden, aber auch, wie schon erwähnt, gegenüber dem Porphyroid von Bruck-Elisenruhe. Sie sind nicht massig, sondern plattig-dünnschiefrig bis blättrig-dünnschiefrig-knickfaltig. Als Straßenschotter erscheinen sie völlig unzulänglich, geeignet sind sie teilweise wegen der Plattigkeit zur Aufführung von nicht stark belasteten Mauern. Massige Formen fehlen im Sausal überhaupt, desgleichen druckfeste schiefrige Formen, wogegen wieder so dünnschiefrige und schwach kohärente Formen wie im Sausal unter den oben erwähnten Porphyroiden selten sind, bzw. fehlen.

LEITMEIER hat den Charakter der Sausaler Gesteine an Hand sowohl von chemischen Analysen als auch an Hand der Strukturen bereits erkannt und — der Zeit entsprechend — die Namengebung versucht. Er beschreibt zwei Typen (S. 203):

„Die Sericitphyllite stellen das Endprodukt der Sericitisierung des Quarzporphyres dar,

das als Sericitquarzit bezeichnete Gestein (man könnte es auch als Sericitporphyroid bezeichnen) bildet ein noch weniger umgewandeltes Zwischenglied.“

Nach den üblichen Namengebungen dieser Zeit (ROSENBUSCH) wurden metamorphe Abkömmlinge von Eruptivgesteinen als Orthogesteine bezeichnet. Sonach müßte man von diesen Gesteinen als

Orthoserizitschiefer, bzw.

Orthoserizitphyllite und

Orthoserizitquarzite

sprechen. Das erscheint aber zu wenig deutlich für die Kennzeichnung. Daher wäre es besser, diese Gesteine

porphyroidische Serizitschiefer oder

tuff-porphyroidische Serizitschiefer

zu nennen. Der Name Serizitquarzit erscheint nicht angebracht, weil zu viel Serizit vorhanden ist und für einen Serizitphyllit ist der Quarzgehalt zu hoch.

Es existieren zwei Steinbrüche am Mandlkogel (596 m), Gemeinde Höch bei Kitzegg, Sausal. Der etwas westlicher gelegene, bergwärts der alten Straße, ist relativ groß (Basisdurchmesser = 30 m). Gegenwärtig ist er nicht im Betrieb. Die Wände haben noch ca. 6 m Aufschlußhöhe. Der gesamte Gesteinsstoß besteht von der Basis bis hoch hinauf aus zart grünen Serizitschiefern, die im trockenen Zustand fast weiß werden. Das Material wechselt nur wenig, doch gibt es einzelne Bänke mit kleinen Quarzeinsprenglingen. Ob Feldspatreste vorhanden sind, ist mit freiem Auge nicht zu erkennen. Gegen die Oberkante zu werden diese Schiefer weißgrau, verhalten sich aber im übrigen gleich. Streichen im allgemeinen N—S, Fallen W 10 bis 12 Grad (Bankung und Schieferung). Die Schieferung ist häufig feinknickgefältelt mit Amplituden von nur wenigen mm. Die s-Abstände betragen einige mm, Bankungen bis einige cm. Quarzgänge benützen das Fallen, steigen aber auch als Schlangenfalten in das Hangende, z. B. mit 3 bis 4 mm Schenkeldicke und bis 1 cm Dicke an den Umbiegungen. Im ganzen Profil ist keine feste massige Bank sichtbar. Diesem größeren Steinbruch wurde das im Folgenden beschriebene Material entnommen.

Der östlich der Straße gelegene Steinbruch ist wesentlich kleiner und viel stärker verfallen, besteht aber aus demselben Material, aus dem im übrigen auch die Kuppe des Mandlkogels zu bestehen scheint, wie man aus den Lese-
stücken im Wald ersehen kann und wie auch kartiert wurde.

1. Porphyroidischer Serizitschiefer (Orthoserizitschiefer), Mandlkogel, Sausal.

Diese Gesteinsvarietät bricht dickplattig (20 bis 30 mm), ist aber dünn-geschiefert, Feinrhythmik mit 0,4 bis 1,0 mm. Die s verlaufen nicht eben, sondern Linsenschnitte abbildend. Das Gestein ist licht ölgrün, mit weißen, vorwiegend in s gelängten Sprenkeln. Diese sind zahlreich, werden bis 4 mm lang und bis 1 mm dick, meistens sind sie dünner. In der Breite haben sie ebenfalls eine Ausdehnung bis zu mehreren mm. Es handelt sich um Feinkorn-flasern, die vielleicht noch größere Ausdehnung haben, denn im Dünnschliff bemerkt man, daß diese Kornfasern durchgehende Lagen bilden, welche u. d. M. über Schliffbilddimensionen hinausreichen. Die mikroskopische Betrachtung ergab, daß diese Lagen erstens serizitarm bis fast serizitfrei sind, zweitens einen mikrogranitischen bis felsitischen Aufbau wie Porphygrundmasse haben und drittens, daß sich in ihnen vorwiegend die Einsprenglinge aufhalten.

Im Handstück kann man diese Feingliederung der weißen Kornfasern noch nicht erkennen. Sie werden vom makroskopisch zart grün erscheinenden Serizitgewebe umschlossen.

Folgende Fragen sind in erster Linie zu beantworten:

- a) Läßt sich auch an den in dieser Studie untersuchten Proben die seinerzeitige Aussage von LEITMEIER (Umwandlungsprodukt aus einem Quarzporphyr S. 203) wiederholen, oder
- b) handelt es sich überhaupt um ein klastisches Sediment?

Es wird daher im Folgenden versucht, jene Angaben beizubringen, sei es nun durch physiographische Beobachtungen oder mit Unterstützung der chemischen Analysen — wobei man auf die LEITMEIERSchen Analysen angewiesen ist, da keine anderen vorliegen — welche eine Unterscheidung der Herkunftsfrage ermöglichen.

U. d. M. sieht man eine Einsprenglingsgeneration bestehend aus Quarzkörnern und aus Körnern von Feldspat (siehe Abb. 1 auf Tafel III). Dunkle Gemengteile sind unter den Einsprenglingen nicht vertreten, auch an den Handstücken nicht sichtbar.

Quarzeinsprenglinge, z. B. $0,51 \times 0,46$ mm oder $0,32 \times 0,63$ Millimeter, manchmal typische „Korrosionsquarze“, an einigen Einsprenglingen scheinen im Innern auch Schnitte der sogenannten „Korrosionsschläuche“ auf, teilweise noch Dihexaederformen, häufiger unregelmäßige Umrisse, auch in s gelängte Körner bis Splitterformen treten auf. Typisch ist des öfteren dieselbe Kornzerlegung in zwei oder mehrere Teilstücke, wie man dies in Quarzporphyren sieht. Häufiger ist aber eine noch viel eingreifendere Zerlegung der Quarzeinsprenglinge vorhanden. Sie sind in solchen Fällen von einer Mörtelzone, bestehend aus feineren Quarzkörnern, umgeben, die in s gestreckt ist (siehe Abb. 2 auf Tafel III). Flache Linsenformen mit einer durchgängigen Zermörtelung der Quarzeinsprenglinge sind aber doch nur Ausnahmen.

Die Feldspateinsprenglinge, weitaus gegenüber Quarz in der Minderzahl, sind Fleckenperthite, teilweise auch Schächbrettalbite, vereinzelt Orthoklaskörner, nahezu ohne Einschlüsse. Ihre Gestalt ist so wie die der Quarzeinsprenglinge, d. h. kristallographisch nicht gut entwickelt, manchmal gerundet. Manche dieser Körner sind ebenfalls in mehrere Stücke zerbrochen. Größen z. B.: $0,48 \times 0,35$ mm.

Hornblendereste konnten nicht gefunden werden, Karbonat war nicht erkennbar. Soweit Letzteres vorhanden ist, scheint es in der Serizitmasse zu stecken.

Im Gestein existieren stark braun = limonitisch durchfärbte Partien, welche vielleicht auf zerstörte Biotiteinsprenglinge bezogen werden dürfen. Das durchfärbte Material ist schuppenförmig und hat geringe Doppelbrechung, so daß es wahrscheinlich Chlorit ist. Infolge der Durchwirkung mit Serizit ist er nur schwierig zu erkennen und vor allem schwierig in seiner Menge zu schätzen.

Rutil ist in Form feinsten Nadelchen im Serizitfilz und dort, wo ehemals Biotit gewesen sein kann, verteilt. Titanit ist selten; auch Leukoxen.

Das Grundgewebe besteht aus einem Wechsel serizitreicher und serizitarmer Schlieren, aber nicht Lagen, nach s. Eine sichere Erklärung hiefür kann man nicht geben. Es erscheint möglich, daß es bei der Durchbewegung zu einer mechanischen Kornsortierung in diese quarzreichen oder serizitreichen Schlieren gekommen ist. Die Serizite, welche im einzelnen fast unmeßbar sind ($0,005 \times 0,02$ mm und kleiner, noch viel kleinere überwiegen), schließen sich zu streng nach s geordneten Strähnen zusammen. Andererseits muß man erwägen, daß die Feinkornschlieren wahrscheinlich nicht nur aus Quarz bestehen, sondern ein Gemenge mit entglasten Felsitkörnchen und Alkalifeldspatkörnchen, herzuleiten aus der ehemaligen Porphyrgrundmasse, darstellen. Nur ist die Kornfeinheit zu groß, um hier Quarz und Feldspat optisch isolieren zu können.

Es fällt auf, daß trotz der Durchschieferung der ehemaligen Grundmasse, und trotz der sichtbaren Rotationen von Feldspat-Relikten, welche von Serizitgewebe bogenförmig umflossen werden, die alte Einsprenglingsverteilung, wie sie in Quarzporphyren besteht, bei der Metamorphose wenig gestört wurde, denn die Einsprenglinge sind nicht in Zeilen konzentriert, vor allem sind daraus nicht längere Streifen von Kleinkornmörtelzonen aus den Einsprenglingen geworden. Nur Andeutungen davon sind hin und wieder zu sehen. Es scheint daher, daß die Grundmasse die Hauptlast der Durchbewegung und der Metamorphose getragen hat. Etwas abweichend von LEITMEIER muß konstatiert werden, daß diese Zeugen ehemaliger Quarzeinsprenglinge nicht zu Porphyroblasten ausgeheilt sind, sondern noch Porphyroklasten darstellen. Eine Blastese ist nur im Grundgewebe sichtbar und betrifft nur Glimmer und Chlorit, eventuell Quarzkleinkornregeneration. Nicht eines der Einsprenglingsrelikte zeigt randliche Ausheilung, geschweige denn Umkristallisation.

Man sieht auch einige mit körnigem Quarz erfüllte Adern, z. T. quer gestellt, z. T. schräg durchscherend. Das sind zweifellos im Kleinbereich Vertretungen der im Bereich des Aufschlusses schon erwähnten Quarzgänge.

Die Integrationsanalyse ergab:

Quarzeinsprenglinge	6,4 Vol.-%
Feldspateinsprenglinge	1,9 Vol.-%
Übriges	91,7 Vol.-%

Ein solches Gestein, das wohl wiederzuerkennen wäre, wurde in den Schottern bisher nicht gefunden. Die Porphyroidgerölle in den pannonischen Schottern sind andere Gesteinstypen. HANSELMAYER 1959a, b, 1960b.

2. Tuff-porphyröidischer Serizitschiefer (Orthoserizitschiefer) vom Mandlkogel, Sausal.

Im Gegensatz zu dem ersten Gesteinstypus mit noch relativ kompakterem Eindruck, liegt hier ein dünnlagig, dünnschiefriertes Gestein vor, mit einer ausgeprägten Knickfältelung, die auch in Dünnschliffen deutlich hervortritt. Die Farbe ist licht ölgrün, die Kohärenz auffallend schwach.

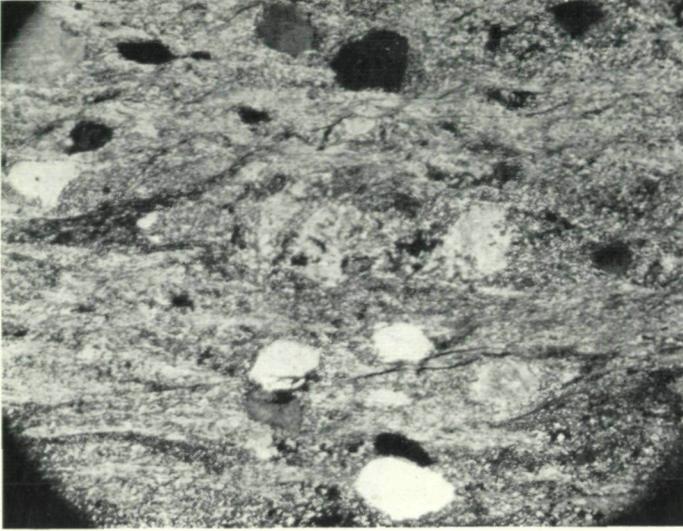


Abb. 1: Typisches Gewebe des porphyroidischen Serizitschiefers (Orthoserizitschiefer) vom Mandlkogel, Sausal, Steiermark. — Man sieht eine Verteilung der Quarz- und Feldspateinsprenglinge, ähnlich wie in einem unverletzten Quarzporphyr. In der Bildmitte befindet sich ein in drei Teile zerlegter Schachbrettalbit, weiter rechts unterhalb ein Fleckenperthitkorn. Quarz (weiß) mit ϕ von 0,48 mm (Bildmitte unten).

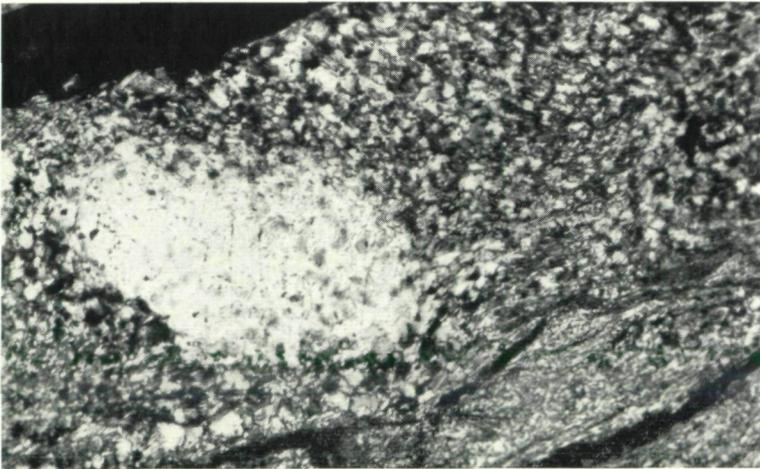


Abb. 2: Porphyroidischer Serizitschiefer (Orthoserizitschiefer) vom Mandlkogel, Sausal, Steiermark. — Von einem ehemaligen, größeren Quarzeinsprengling sieht man noch einen Kern, der mechanisch unverletzt ist. Dieser wird fast allseitig, aber in verschiedener Dicke, von einer Mörtelzone umgeben, deren Körnchen z. T. mit dem Kern optisch gleich orientiert sind. Außen schließt eine granoblastische Quarzzone an, deren Körnchen zum großen Teil anders optisch orientiert sind, wie die der Kernpartie. Diesem länglichen äußeren „Hof“ ist etwas Serizit beigemischt. Ges.-L. = 1,28 mm.

Die Anzahl der Quarzeinsprenglinge ist bei ebenso typischer Korngestaltung viel geringer (2 Vol.-%) ebenso die Größe (z. B. $0,32 \times 0,14$ Millimeter oder $0,29 \times 0,18$ mm).

Feldspat: Einsprenglings-Perthite, -Orthoklase oder -Albite, wie im ersten Muster, sind nicht vorhanden. Hie und da kommen aber Feldspatkörnchen vor, welche anscheinend Trümmer größerer Einsprenglinge sind. Die Durchmesser liegen um 0,1 mm. Ein klares Korn erwies sich als Albit. Im Kleinkornmosaik, wo der Durchrechnung der chemischen Analyse gemäß, wohl auch Feldspat enthalten sein muß, konnte eine optische Identifizierung wegen der Kornfeinheit nicht durchgeführt werden.

Chlorit ist in den Dünnschliffen kaum zu sehen, denn seine Farbe ist sehr licht und sein Zusammengehen mit den serizitreichen Lagen läßt ihn dort nicht deutlich in Erscheinung treten.

Selten ist ein Vermikulit-artiges Mineral feststellbar und zwar in einer Form, die auf einen ehemaligen Biotiteinsprengling zurückzuführen sein könnte. Damit wäre auch vereinbar, daß diese Bildungen von einem Schwarm feiner Titanitkörnchen begleitet sind.

Rutil ist in Form feinsten, kurzer Nadelchen, besonders in den Serizitfilzen verteilt.

Das Grundgewebe ist deutlich in Lagen getrennt, von denen serizitreiche und quarzreiche aufeinanderfolgen. Die Lagendicke ist wechselnd zwischen 0,08 und 0,3 mm. Aber nicht nur wechselnd, sondern auch schlierenweise ist der Serizitreichthum größer. Andererseits gibt es wieder scheinbar homogene Kleinkörnchenschlieren (Korn- $\phi = 0,015$ bis $0,025$ mm und kleiner) in denen der Serizit fast vollständig fehlt. Die isolierten Glimmerschüppchen (z. B. $0,005 \times 0,034$ oder $0,0013 \times 0,0078$ mm) stellen sich immer als überaus dünne Täfelchen dar. Der Tafel- ϕ ist stets ein Mehrfaches der Dicke (3- bis 10- bis 12fach), so daß man der Tracht nach diese Serizitformen wo anders wieder erkennen müßte.

Limonit: Fahnen, Strangfugen benützend, an mehreren Stellen.

Die Dünnlagigkeit des Gesteins und die Einschlichtung der Quarzkörner meist ohne Deformation lassen vermuten, daß es sich um einen Quarzporphyrtuffabkömmling handelt. Die Lagenstruktur wäre primär tuffig, die Knickfaltung ist nachserizitisch.

3. Tuffporphyroidischer Serizitschiefer, Mandlkogel

Diese dritte Gesteinsvarietät aus demselben Steinbruch am Mandlkogel ähnelt der zweiten, ist also auch serizitphyllitisch in der Tracht und hat einen rhythmischen Lagenwechsel von extrem serizitreichen Lagen mit solchen, welche relativ serizitärmer sind. Letztere besitzen aber doch noch mehr Serizit als die in voriger Varietät beobachteten serizitarmen Schlierenbezirke. Weiters fällt auf, daß Reste einer Einsprenglingsgeneration überhaupt kaum vertreten erscheinen.

In Quarzadern (Körner bis $0,025 \times 0,075$ mm), die s-parallel eingeschaltet sind, kann man Konzentrationen von Eisenhydroxyden und Eisenoxyden bemerken, auch kommen trübe Körner vor, bei denen es sich um kaolinisierte Feldspatreste handeln könnte. Längs von Fugenrändern sind hie und da ausgebleichte Biotitreste mit noch erkennbarem Pleochroismus: X = hellgelb, YZ = hellbraun.

Auch dieses Gestein entspricht einem metamorphen Tuff quarzporphyrischen Materials.

Während der erste Gesteinstypus höchstwahrscheinlich in den Schotterablagerungen der Umgebung Graz gefunden werden müßte — vorausgesetzt,

daß eine Sedimentzufuhr aus dem SW stattgefunden hätte — haben die tuffporphyroidischen Typen kaum Aussicht gehabt, den Anforderungen eines doch mindestens 30 bis 40 km langen Transportweges zu widerstehen.

Versuch der Berechnung auf einen modalen Mineralbestand

Da LEITMEIER selbst eine Norm- oder Modalberechnung mit seinen chemischen Analysen nicht vorgenommen hat, wird dies hier durchgeführt. Die Vorgangsweise ist die übliche bei der Berechnung von Mineralbeständen aus Analysen, nämlich zuerst Kenntnis des aus dem Dünnschliff festgestellten Mineralbestandes. Dieser ist nach LEITMEIER 1909:192 wie folgt:

„Hauptgemengteile: Sericit, Quarz und etwas Chlorit.
Accessorien: Hämatit, Limonit, Titanit, Apatit, Magnetit, Rutil.“

Die Analysen weisen keine P₂O₅- und keine TiO₂-Werte aus. Daher ist eine Kontrolle von Apatit und der Ti-Mineralien nicht möglich. Alkalifeldspäte hat LEITMEIER nicht angegeben. Er vermutet nur Kalknatronfeldspäte auf Grund des Kalziumgehaltes.

Nach den neuerlichen Untersuchungen, allerdings nicht am LEITMEIERSchen Material, sondern an Gesteinsmustern, welche der Verfasser selbst aus dem Steinbruch am Mandlkogel geholt hat, können bestätigt werden: Quarz, Serizit, Chlorit, Limonit, Titanit und Rutil. Apatit wurde nicht gefunden, Magnetit nur vereinzelt, so daß er für eine Modalberechnung ausfallen kann. Hingegen wurden neben Quarzeinsprenglingsresten auch solche von Alkalifeldspäten erkannt. Das Kalziumkarbonat, welches LEITMEIER annimmt, ist in so geringen Mengen zugegen, daß es in seiner Vergesellschaftung mit den Serizitlagen optisch davon nicht trennbar ist. Der Verfasser vermutet, daß das Ca im vorliegenden Falle teils im Titanit gebunden ist, teils als fein verteiltes Kalziumkarbonat im Serizitfilz. Bei der Ausrechnung wurde indes, weil die TiO₂-Bestimmung fehlt, das Ca als Karbonat gerechnet.

Berechnet man nun die chemische Analyse auf Atomproportionen und teilt diese auf den qualitativ beobachteten und quantitativ geschätzten Modalbestand auf, so ergibt sich folgendes Bild:

Berechnung des Mineralbestandes

Analyse: LEITMEIER 1909:193. „Sericitphyllit.“

Berechnung: J. HANSELMAYER.

Mandlkogel, Sausal, Steiermark	Gew.-%	Atomproportionen	Kalzit	Chlorit	Serizit	Alkali-Feldspat	Hämatit Limonit	Quarz
SiO ₂	65,50	1092		7	300	219		566
Al ₂ O ₃	19,35	378		5	300	73		
Fe ₂ O ₃	4,47	56		2			54	
MnO	Sp.	—						
MgO	0,40	10		10				
CaO	0,35	6	6					
Na ₂ O	1,46	47						
K ₂ O	5,93	126			100	17	73	30
					83		43	
Glühverl. { CO ₂	0,26	6	6					
{ H ₂ O	2,62	292		19	200		73	
LEITM. = 2,88 %								
Summe Gew.-% = 100,34						Ab 7,86		
Mineralbestand:			0,60	1,39	39,53	Or 11,95	5,00	33,95
						19,81		

Die körnigen Komponenten Quarz, Feldspat (Or + Ab) und eventuell Kalzit ergeben rund 54 %, Serizit und Chlorit 41 %, oxydisches Eisenerz etc. rund 5 %. Der erste Eindruck des Schlibfbildes führt meist — wegen der größeren Auffälligkeit des Serizites — zu einer Überschätzung desselben. Aber auch Quarz ist immer wieder in feinsten Körnchen in den Serizitlagen vertreten.

Wichtig erscheint die Frage nach den tatsächlichen Feldspat-Anteilen. Aus der Analyse berechnet ergäben sie sich mit fast 20 %. Klar erkennen kann man aber nur den kleinen Anteil der Alkalifeldspäte an den Einsprenglingen; das wäre aber viel zu wenig. Wegen der Kleinheit der Körner sind in den serizitarmen bis serizitfreien Kornschlieren Quarz und Feldspat nicht zu trennen, aber gerade hier in diesen Schlieren müßte sich auch ein Teil des analytisch ermittelten Alkalifeldspates befinden. Das wäre gegenüber LEITMEIER eine Ergänzung des Kornbestandes, welche verstärkt auf Abstammung von quarzporphyrischem Material hinweist, und zwar mehr als die statistischen Vergleiche mittels irgend eines Systems von Gesteinsparametern. So ergäbe sich zwischen der chemischen Analyse und dem, was man im Kornbestand erkennen kann, keine Widersprüche, allerdings eine gewisse Unsicherheit bezüglich der Feldspatbeteiligung.

Der in der Berechnung ausgewiesene Alkalifeldspat hätte ein Verhältnis Or : Ab wie 59 : 41. TRÖGER 1935 (Nr. 41) gibt für den Bau eines quarzporphyrischen Alkalifeldspates ein Verhältnis von 70 Or : 28 Ab an, aber daneben noch 15 Gew.-% selbständigen Natronfeldspat. Rechnet man zurück, so würde dieser Quarzporphyr bei TRÖGER ein Molekularverhältnis Or : Ab von insgesamt 2 : 1 haben, d. h. das gesamte Or zum gesamten Ab wäre für das ganze Gestein rund 2 : 1. Dies angewendet auf die Beurteilung des Feldspatrestes, welcher aus der Analyse von LEITMEIER errechnet werden konnte, ergäbe auch hier neben einem KNa-Feldspat mit Or : Ab = 71 : 29 und 16,40 Gew.-% einen freien Albit mit 3,4 Gew.-%. So käme im Gewichtsverhältnis 1 : 4,8 heraus und bei TRÖGER 1 : 4. Diese Annäherung müßte natürlich nicht unbedingt sein, aber sie fügt sich gut in den Rahmen hinein. Es würde also stimmen, daß der Feldspatrest, welcher überhaupt bei der Umwandlung geblieben ist, aus KNa-Feldspat und Albit besteht, allerdings mit etwas weniger freiem Albit als in der TRÖGERSchen Angabe für den Quarzporphyr von Eisenach. Dazu muß aber betont werden, daß aus den Quarzporphyranalysen anderer Vorkommnisse diese Verhältnisse ja auch tatsächlich schwanken (Beispiele aus STINY, 1929:170; LEONARDI 1956, MITTEMPERGHER 1958 u. a.).

Rückrechnungs-Versuch

Will man sich überzeugen, ob auf anderem Wege, etwa durch Rückrechnung auf einen Quarzporphyr, sozusagen, Rückgängigmachung der chemischen Veränderungen der Metamorphose, weitere Aufklärung zu gewinnen wäre, so kann man mindestens eine ziemliche Annäherung an einem Altbestand erreichen, indem der Chlorit in Biotit rückgeführt wird und der Serizit in Alkalifeldspat, das Kalziumkarbonat findet zum Anorthitaufbau Verwendung. Unsicher bleibt dabei, ob zwischen den Alkalien eine größere Verschiebung durch die Metamorphose stattgefunden hat, z. B. in dem Sinne, daß Kalium primär stärker vertreten war als nach der Metamorphose, oder umgekehrt das Natrium. Aus der Analyse LEITMEIERS geht hervor, daß der jetzige Serizit Kaliglimmer ist. Es erscheint auch sicher, daß er von Feldspat hergeleitet werden muß. Daher müßte man bei der Rückrechnung den Serizit um das auf Kalifeldspat fehlende K ergänzen. Dadurch wird der primäre Kalifeldspat etwas angehoben. Ob dies den Tatsachen entspricht, oder ob bei der

Umwandlung zu Serizit auch Na in Verlust geraten ist, muß vorderhand offen bleiben, läßt sich aber vielleicht durch Gegenüberstellung mit Feldspat aus sauren Porphyren einigermaßen prüfen.

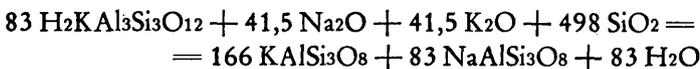
- 1) $6 \text{ CaCO}_3 + 6 \text{ H}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot \text{H}_2\text{O} = 6 \text{ CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8 + 12 \text{ H}_2\text{O} + 6 \text{ CO}_2$
 Kalkspat + Ergänzung = Anorthit
- 2) $2\text{H}_8\text{Mg}_5\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{18} + 2\text{K}_2\text{O} + 2\text{MgO} + 6\text{SiO}_2 = 2\text{H}_4\text{K}_2\text{Mg}_6\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{24} + 4\text{H}_2\text{O}$
 Chlorit + Ergänzung = Biotit (Mg-Komponente)
- $18 \text{ FeO} + 3 \text{ K}_2\text{O} + 12 \text{ SiO}_2 + 3 \text{ H}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot \text{H}_2\text{O} = 3 \text{ H}_4\text{K}_2\text{Fe}_6\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{24}$
 + Ergänzung = Biotit (Fe-Komponente)
- bleibt aus dem Gesteinschemismus FeO für Hämatitbildung: $56 - 18 = 38$.
- 3) $83 \text{ H}_2\text{KAl}_3\text{Si}_3\text{O}_{12} + 83 \text{ K}_2\text{O} + 498 \text{ SiO}_2 = 249 \text{ KAlSi}_3\text{O}_8 + 83 \text{ H}_2\text{O}$
 Serizit (K-Komponente) + Ergänzung = K-Feldspat
- $17 \text{ H}_2\text{NaAl}_3\text{Si}_3\text{O}_{12} + 17 \text{ Na}_2\text{O} + 102 \text{ SiO}_2 = 51 \text{ NaAlSi}_3\text{O}_8 + 17 \text{ H}_2\text{O}$
 Serizit (Na-Komponente) + Ergänzung = Na-Feldspat
- „Ergänzung“ = stoffliche Ergänzung zwecks Rückrechnung.

Rückrechnungsergebnis bei voller Ergänzung
 „Sericitphyllit“ vom Mandlkogel

	Metamorpher Bestand Atomproportionen:	Er- gänzung	Vormetamorpher Bestand	Rück- rechnungs- gewichte	Gew.-%	Variante Gew.-%
SiO ₂	1092	636	1728	103,680	70,99	71,65
Al ₂ O ₃	378	18	396	20,196	13,83	13,97
Fe ₂ O ₃	56	—	56	4,480	3,07	3,10
MgO	10	2	12	0,480	0,32	0,32
CaO	6	—	6	0,336	0,23	0,23
Na ₂ O	47	34,4	81,4	2,523	1,74	3,53
K ₂ O	126	175,6	301,6	14,175	9,70	7,08
H ₂ O	—	—	20	0,180	0,12	0,12
				146,050	100,00	100,00

Anmerkung: Bei Biotit wurde ein Zehntel der Alkalien durch Na ersetzt (0,4 + 3,6), weil dort die K- und Na-Komponenten nicht gesondert berechnet werden mußten, und die Biotite saurer Magmatite in diesem Maße eine Na-Vertretung in den Alkalien haben.

Für den Fall, daß bei der Rückführung der Serizitmassen auf Feldspat die obige Variante gerechnet wird, wird nicht das zur Rückführung der Kalikomponente des Serizites erforderliche $x \cdot 2\text{K}$ gerechnet, sondern anstatt dessen zur Ergänzung $x \cdot 2(\text{K} + \text{Na})$, um die Zahlen der Variante zu erhalten, nach der Rechnung:



Dabei wird von der Erfahrung ausgegangen, daß in quarzporphyrischen Gesteinen vom Charakter der Etschländischen Typen (siehe MITTEMPERGER 1958:109, rhyolithische Ignimbrite) das molekulare Verhältnis von K:Na in

mehreren Fällen sehr knapp bei 2 : 1 liegt. Dasselbe Verhältnis trifft man auch bei STINY (1929, Quarzporphyr, Grödnertal).

Berechnung des Mineralbestandes

Analyse: LEITMEIER 1909:197. „Sericitquarzit“ vom Mandlkogel

Berechnung: J. HANSELMAYER

Mandlkogel, Sausal, Steiermark	Gew.-%	Atom- propor- tionen	Kalkspat	Chlorit	Or	Ab	Serizit Ser K	Serizit Ser Na	Limonit Hämatit	Quarz
SiO ₂	72,31	1205	3	1,5	99	67,5	171	34,5		837,5
Al ₂ O ₃	13,46	264	2	1	33	22,5	171	34,5		
Fe ₂ O ₃	4,61	57,5		1					56,5	
MgO	0,26	6,5	5	1,5						
CaO	1,50	27	27							
Na ₂ O	1,06	34				22,5		11,5		
K ₂ O	4,22	90			33		57			
Glühverl. $\left\{ \begin{array}{l} \text{CO}_2 \\ \text{H}_2\text{O} \end{array} \right.$	2,24	27	27	8	4		114	23	?	
Summe	99,56									
Mineralbestand:			2,70	0,96	Or = 9,175	SerK = 22,685	4,49	50,25		
					Ab = 5,895	SerNa = 4,38				
					F = 15,070	27,065				

Es ergibt sich ein kleines H₂O-Defizit, auch wenn man das Fe₂O₃ als Hämatit berechnet. Möglicherweise ist nicht alles CaO als Karbonat gebunden. In diesem Falle würde der H₂O-Wert etwas ansteigen. Möglicherweise ist aber der Gesamtglühverlust etwas zu niedrig, und zwar würde es nur 0,3 % ausmachen. Das ist nicht entscheidbar.

Führt man die Rückrechnung in ähnlicher Weise aus wie im ersten Falle, so ergibt sich nach Rückumwandlung folgendes Analysenbild:

Rückrechnungsergebnis (bei voller Ergänzung)

„Sericitquarzit“ vom Mandlkogel

	Metamorpher Bestand	Er- gänzung	Vormetamorpher Bestand	Rückrech- nungsgewichte	Gew.-%
	Atomproportionen:				
SiO ₂	1205	367,5	1572,5	94,32	76,28
Al ₂ O ₃	264	—	264	13,46	10,89
Fe ₂ O ₃	57,5	—	57,5	4,60	3,72
MgO	6,5	—	6,5	0,26	0,21
CaO	27	—	12	0,67	0,54
Na ₂ O	34	23	57	1,77	1,43
K ₂ O	90	90	180	8,46	6,84
CO ₂	27	—	—	—	—
H ₂ O	117	—	12	0,11	0,09
				123,65	100,00

Vom Kalk wurde nur ein Teil zur Rückrechnung verwendet, damit der Plagioklas nicht zu basisch werden kann. Der Rest dürfte Kalkspat auf Adern sein. Wasser findet nur so weit Berücksichtigung, als zum Biotit aufbau notwendig ist.

Vergleich der rückgeführten Analysen mit Analysenangaben über Quarzporphyre:

	Rückgerechnete Analysenwerte						76,99	75,72
	„Sericitphylit“ Mandlkogel Sausal!	Variante vom Sericitphylit Mandlkogel	„Sericitquarzit“ Mandlkogel Sausal	Quarzporphyr vom Caffaro bei Bagolino, 1909 LEITMEIER	Quarzporphyr von Mühlberg bei Schwarz-Halle LEITMEIER, 1909	Quarzporphyr von Waidbrunn 1956 LEONAR- DI-KOSSI		
SiO ₂	70,99	71,65	76,28	71,10	72,24	72,16	76,99	75,72
TiO ₂	—	—	—	—	—	—	0,11	0,15
Al ₂ O ₃	13,83	13,97	10,89	15,92	13,64	11,52	13,80	12,79
F ₂ O ₃	3,07	3,10	3,72	3,17	—	1,76	0,88	1,04
FeO	—	—	—	0,34	3,05	0,64	0,31	0,13
MnO	—	—	—	—	0,13	0,28	0,03	0,042
MgO	0,32	0,32	0,21	Sp.	0,66	0,74	0,07	0,25
CaO	0,23	0,23	0,54	0,88	0,95	2,54	0,49	0,29
Na ₂ O	1,74	3,53	1,43	3,17	2,95	2,62	1,85	1,16
K ₂ O	9,70	7,08	6,84	6,11	5,24	4,35	4,81	5,55
P ₂ O ₅	—	—	—	—	—	—	0,027	0,054
CO ₂	—	—	—	0,45	—	—	—	—
Glühverl.	—	—	—	0,11	1,05	2,62	0,80	1,57
H ₂ O—	0,12	0,12	0,09	—	—	0,47	0,49	0,52
	100,00	100,00	100,00	101,25	99,91	99,70	100,66	99,26

Man sieht, daß die Rückführungsrechnungen, welche mit den Gesteinen vom Mandlkogel im Sausal in dieser Studie durchgeführt worden sind, eine klare Beziehung zu Quarzporphyranalysen erkennen läßt, insbesondere dann, wenn man die Rückführung so leitet, wie etwa in der Variante. Die Rückführungsziffern für SiO₂ stimmen recht gut, die Tonerdezahlen ebenfalls. Die Eisenoxydziffern sind zwar bei den Vergleichsobjekten schwankend, aber es gibt durchaus vergleichbare Werte zu dem Quarzporphyr vom Caffaro bei Bagolino (LEITMEIER 1909) und zum Quarzporphyr vom Mühlberg (LEITMEIER 1909). Die Mg- und Ca-Ziffern stimmen gut überein, die Summe der Alkalien ist auch vergleichbar. Was nun das Na : K-Verhältnis anbelangt, so ist dies bei den Quarzporphyren selber auch schwankend. In allen Vergleichsfällen überwiegt das K₂O über das Na₂O in Gewichtsprozenten. Es gibt Fälle, in denen das Verhältnis K zu Na etwa 2 : 1 bis 3 : 1, aber auch 5 : 1 sein kann, wie z. B. beim rhyolithischen Ignimbrit aus dem paläozoischen, vulkanischen Komplex bei Waidbruck (MITTEMPERGER, 1958:102), letzte Vergleichsanalyse in der Tabelle. Ähnliche Zahlenverhältnisse ergaben sich auch bei der Rückrechnung der Sausaler Gesteine (rückgerechnete Analysen 1 und 3 in der Tabelle). Wenn nun das Alkalienverhältnis der Rückrechnung der Analyse vom porphyroidischen Seritzschiefer, Mandlkogel, sehr hoch ist (1 : 5,5) gegenüber vielen Vergleichsobjekten, ist bemerkenswerter Weise auch die Summe der Alkalioxyde auffallend hoch, nämlich über 10. Dies kann aber seine Ursache darin haben, daß bei den Vergleichsgesteinen so oft große Glühverlustmengen gefunden wurden und dort, wo sie nicht groß sind, die Alkalioxydsumme auch auf oder über 9 hinauf geht, wie z. B. beim Quarzporphyr von Teplitz-Schönau (HIBSCH, 1928, Summe = 8,99) oder beim Quarzporphyrtuff von Balgolyhegy (SZENTPETERY, 1931, Summe = 9,99). Es hat sich herausgestellt — dies sei in diesem Zusam-

menhang erwähnt — daß die Glühverluste deshalb so hoch sind, weil die Kalifeldspäte in den sonst frischen Quarzporphyren erheblich kaolinisiert sein können (u. a. siehe MITTEMPERGER, 1958). Da bei der Rückrechnung aber diese Glühverluste auf ein Minimum reduziert worden sind, rücken natürlich auch die Alkalien hinauf.

Das Ergebnis dieser Studie steht auch im Einklang mit den Bemerkungen von ANGEL (1924:128/129) über diese Gesteine.

Zusammenfassung

Diese Rückrechnungs- und Vergleichsversuche bekräftigen sonach ohne Widersprüche, was schon die Physiographie angedeutet hat, nämlich daß diese Mandlkogler Gesteine aus dem Sausal metamorphe Quarzporphyre sind, und zwar Orthoserizitschiefer im Sinne von ROSEBUSCH. Der Name tuffporphyroidischer Serizitschiefer und porphyroidischer Serizitschiefer scheinen dem Verfasser den Verhältnissen am besten Rechnung zu tragen. Die Wechsel zwischen exzessiv serizitreichen und andererseits serizitarmlen Lagen gehen z. T. darauf zurück, daß Partien der mikrogranitischen Quarzporphyr-Grundmasse nicht von der Umwandlung erfaßt wurden, z. T. vielleicht auch auf Kornmischung mechanischer Art (durch Durchbewegung).

Die im Bruch beobachteten quarzgefüllten Adern scheinen Zeugnis des Stoffwechsels zu sein, denn wie die Rückführungsrechnung gezeigt hat, sind größere Mengen von Quarz bei der Serizitisierung der Alkalifeldspäte etc. in Umlauf gesetzt worden. Das CaO des bei solchen Gesteinen notwendigerweise niedrigen Kalkgehaltes (aus An) konnte, wie schon angedeutet, teilweise bei der Titanitbildung aufgenommen worden sein und brauchte nicht auszuwandern. Z. T. wurde es allerdings, wie LEITMEIER erwähnt, als Karbonat gebunden, bleibt fein verteilt im Glimmerfilz, ist in kleinen Hohlräumen im Gestein vorhanden (S. 194) oder erfüllt feine Spaltrisse (S. 196). Von der Auswanderung der Alkalien ist nichts sichtbar geblieben. Wohin sie ausgezogen sind, ist fraglich. Daß das Fe im Gestein verblieben ist, zeigen die Analysenvergleiche, ebenso zeigt es sich, daß das Mg des Biotites zum allergrößten Teil im Chlorit Bindung gefunden hat und ebenfalls nicht wandern mußte. Die Verschiebung des Alkaliverhältnisses zu Gunsten von K im nicht metamorphen Mutter-Gestein ergibt sich aus zwei Hinweisen,

1. aus den Vergleichsanalysen und
2. daraus, daß dieses Verhältnis in den reliktschen Alkalifeldspatpartien der Porphyroide für Na günstiger steht als für K (Schachbrettalbitisierung).

Ein Vergleich mit dem schon beschriebenen Porphyroidmaterial der untersuchten tertiären Schotter von Lassnitzhöhe (Oststeiermark) und von der Platte bei Graz, (HANSELMAYER 1959, 1960) zeigt, daß solche Gesteinstypen, wie die vom Mandlkogel im Sausal, in diesen pannonischen Sedimenten nicht vertreten sind.

Literatur:

- ANGEL F. 1919. Die Quarzkeratophyre der Blasseneckserie. Jb. Geol. B. A. Wien, 68:29-62.
— 1924: Gesteine der Steiermark. Mitt. Naturwiss. Ver. Stmk. 60:1-302.
— 1927: Über Quarz in porphyrischen Gesteinen. N. Jb. f. Min. etc. A. BB. 56:1-22.
— 1929: Über Gesteine vom steirischen Erzberg. Mitt. Naturwiss. Verein Steiermark, 64/65:79-100.

- 1933: Gesteine der Umgebung von Leutschach und Arnfels in Steiermark. Jb. Geol. B. A. Wien, 5-18.
- 1939: Unser Erzberg. Ein Abriß der Naturgeschichte des steirischen Erzberges. Mitt. Naturwiss. Verein Steiermark, 75:227-321.
- HANSELMAYER J. 1958: Petrographie und Chemismus der violetten Diabastuffe vom Florianiberg (Graz-Straßgang). Mitt. Naturwiss. Ver. Stmk. 88:104-120.
- 1958b: Beiträge zur Sedimentpetrographie der Grazer Umgebung. X: Quarzporphyre aus den pannonischen Schottern von der Platte und von Lassnitzhöhe-Schemmerl (Steiermark). S. B. Akademie Wiss. Wien, Mathem. naturw. Kl., I, 167:525-546.
- 1959a: Beiträge XI: Petrographie der Gerölle aus den pannonischen Schottern von Lassnitzhöhe, speziell Grube GRIESSL. S. B. Akademie Wiss. Wien, Mathem. naturw. Kl. I. 168:789-838.
- 1959b: Beiträge XII: Zur Petrographie pannonischer Schotter von der Platte Graz (Schotterbruch SCHREINER-STATTEGGER). Mitt. Naturwiss. Verein Steiermark, 89:35-56.
- 1960a: Petrographie und Chemismus der devonischen, grünen Diabastuffe vom Plabutsch-Bergzug (Graz). Mitt. Naturwiss. Verein Steierm. 90:25-40.
- 1960b: Beiträge XIV: Petrographie der Gerölle aus den pannonischen Schottern von Lassnitzhöhe, speziell Grube GRIESSL (Fortsetzung und Schluß). S. B. Akademie Wiss. Wien, Mathem. nat. Kl. I, 169:319-340.
- HERITSCH F. 1908: Der Serpentin von Bruck an der Mur. Verh. Geol. B. A. Wien, 297-299.
- HIBSCH J. E. 1928: Über Quarz- und Granitporphyr von Teplitz in Nordböhmen. Min. u. Petr. Mitt. 39:320-322.
- HOMANN O. 1955: Der geologische Bau des Gebietes Bruck a. d. Mur bis Stanz. Mitt. Museum f. Bergbau, Geologie u. Technik, JOANNEUM-Graz. 1-47.
- LEITMEIER H. 1908: Zur Geologie des Sausalgebirges in Steiermark. Mitt. Naturwiss. Verein Steiermark, 45:184-218.
- LEONARDI & ROSSI, 1956: I porfidi quarziferi di S. Leonardi nell Alto Adige süd-orientale. Boll. d. Societa Geologica Italiana. Vol. LXXV:1-9.
- MITTEMPERGER, M. 1958: La serie effusiva paleozoica del Trentino-Alto Adige. Com. Naz. Ric. Nucleari. Studi e Ricerche della Div. Geomin. I/I, Rom. 61-145.
- SCHIMUNEK K. 1958. Das Paläozoikum des Sausals in der SW-Steiermark u. a. Unveröffentl. Diss. Universität Graz. 1-55 u. a.
- STINY J. 1917: Gesteine aus der Umgebung von Bruck a. d. Mur. Feldbach. 1-59.
- 1917b: Porphyrabkömmlinge aus der Umgebung von Bruck a. d. Mur. Centralbl. f. Min. etc. 19/20:407-414.
- 1929: Technische Gesteinskunde. Wien. 2. Aufl. 1-550.
- SZENTPETERY S. von, 1931: Der Quarzporphyr des Balgolyhegy bei Lillafüred. Acta chemica, mineralogica et physica 2. Fasc. Szeged. 81-108.
- TRÖGER W. E. 1935: Spezielle Petrographie der Eruptivgesteine. Deutsche Min. Ges. Berlin. 1-360.
- 1938: Eruptivgesteinsnamen. Fortschr. Min. Krist. Petrogr. 23:41-90.
- WEBER A. 1941: Die ANGELSche Plagioklasuhr. Zentralbl. Mineral. etc. A. 4:90-96.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. JOSEF HANSELMAYER, Graz, Rechbauerstraße 54.