

Drei Sonderfälle aus der Porphyroidmasse des Lamingtales bei Bruck/Mur, Obersteiermark

Von F. ANGEL — J. HANSELMAYER — F. LASKOVIC

Das Lamingtal schneidet zwischen Tragöß/Oberort und St. Kathrein a. d. Laming eine mächtige und breite Porphyroidmasse entzwei, die nach W und NW über Silberberg und Füllerkreuz mit den Porphyroiden der Erzberg-
gend in Verbindung steht, nach O geschlossen über das Ilgener Tal, nörd-
lich von Aflenz und über Jauring, bis nahe an Dörflich heranreicht. Diese
Masse wurde wiederholt literarisch erwähnt (1), (2), (40), aber nur Teil-
bereiche sind bisher eingehender petrographisch und petrochemisch bearbeitet
worden (21), (22), (5).

Eine so große Masse braucht aber mehr Einzelbearbeitungen; der Vertiefung und Verbreiterung unserer Kenntnisse davon soll die nachfolgende petrographische und chemische Bearbeitung von drei ausgewählten Porphyroidtypen dienen. Ein Sonderproblem war folgendes: Es sind uns aus dieser Masse Porphyroide bekannt geworden, die auffallend reich an Feldspat-Einsprenglingen sind, und andere, die alle ihre Feldspäte durch Serizitisierung und Kaolinisierung verloren haben; ferner Übergänge solcher Stadien, und weiterhin Typen, die sich von den anderen durch eine auffallend kräftige Vergrünung abheben. Wir wollten die gegenseitigen Verhältnisse dieser Formen bis in Einzelheiten untersuchen und dabei auch Gewicht auf Stoffwechslerscheinungen legen.

Zu diesem Zwecke wurden die Analysen von einem von uns (LASKOVIC) detaillierter ausgeführt, als es sonst üblich ist, von einem anderen (HANSELMAYER) eine umfangreiche Materialsammlung getätigt und Dünnschliffe in größerer Anzahl durchgearbeitet, und vom dritten (ANGEL) die behandelten Sonderfälle ausgewählt, gemeinsam mit HANSELMAYER physiographisch eingehend untersucht und schließlich alle drei Bearbeitungen koordiniert.

Die Grundlage für Auswahl und Detaillierung der Analysenmethodik bot die Feststellung der Kornsortenbestände; die chemische Bearbeitung ging Hand in Hand damit (LASKOVIC).

Wir lassen zunächst die Einzelbearbeitungen folgen.

1. Porphyroid aus dem Wohntal bei Großdorf, Straßenkehre 600 m östlich vom Grabeneingang

Muster 9 a

Das Gestein bricht unförmig plattig bis keilförmig und hat schiefrieg-schlieriges Gefüge. Ein Teil der Schlieren ist weiß, schimmert serizitisch und ähnelt lichten Tonschiefern, ein zweiter Teil zeigt eine sehr hellgrünliche bis gelblichgraue Farbe und schimmert ebenfalls serizitisch, ein dritter Teil der

Schlieren erscheint stumpf graugrün. Die einzelne Schliere mißt am Querschnitt $\frac{1}{4}$ bis 2 cm², die Gestalt ist fladenförmig, nur die stumpfgrüne Schliere hat die Form einer verquollenen Spitzfalte; senkrecht zum Querbruch (Schlifffläche) sieht man unebene s-Flächen, die Trennungsfächen der in- und durcheinander gekneteten Schlieren, welche örtlich hauchdünne limonitische Bestege tragen. Auf den Schlierenquerschnitten sieht man Porenfelder, Ausdehnung 0,5 bis 1,0 cm Länge und wenige mm Breite, in s gestreckt oder mehrere cm lange Porenzüge; die Poren haben kreisrunde Schnitte und Bläschengestalt, Durchmesser höchstens 0,5 mm, sonst 0,3 mm, 0,1 mm; die kleinen Poren sind zahlreich und dicht gedrängt, die größten vereinzelt und unhäufig. Manche helle Schlieren sind sichtlich quarzreicher als andere, deren Serizitreichum schon äußerlich erkennbar ist. Die stumpfgrünen Schlieren verdanken ihre Färbung nicht etwa Chlorit, sondern Schwärmen mikroskopisch kleiner Turmaline.

Kornsorten: Viel Quarz steckt im Serizitgewebe und dessen quarzreichen Schlieren; da besitzen seine kleinpflasterigen Formen 0,2 mm Durchmesser und weniger. Quarzeinsprenglinge gibt es nicht, sondern nur isolierte Splitter davon, mit etwa 0,3 mm Körnung. Ferner erkennt man zur Gänze verquarzte Formen von KNa-Feldspateinsprenglingen im Schnittformat 1,3 mal 0,5 mm. Ein im Schnitt farbloser Schüppchenfilz ist ohne Beteiligung anderer Blattspalter lediglich aus Serizit aufgebaut, Korngröße um 5×1 Mikron. Derartige Serizitfilze bilden auch KNa-Feldspatpseudomorphosen ab, deren Größe geringer ist als die der verquarzten Pseudomorphosen, nämlich nur 0,3—0,5 mm im Durchmesserschnitt. — Als Pseudomorphosen nach Biotit sehen wir zusammengedrückte Kornhäufchen an, in welchen Quarz, Serizit, Titanit und Goethit wohl zu erkennen waren, jedoch waren dem Goethit Krümel eines goldbraunen oder orangebraunen Minerals zugesellt, das sehr merklich Doppelbrechung und Pleochroismus zeigte; für eine genauere Bestimmung mittels der Optik waren Menge und Ausdehnung zu gering. Wir schlossen — unterstützt durch die Ergebnisse der Gesteinsanalyse — auf ein Ferrisulfat. Hämatit, Magnetit oder Pyrit haben wir im Schliff nicht gefunden, aber ein Teil des Goethits scheint aus Zersetzung von Pyrit zu stammen; dies konnte in anderen Porphyroidmustern wiederholt erkannt werden (Pseudomorphosen); so fanden wir im Muster 10 a noch Kerne von Pyrit in den Goethithüllen.

Das interessanteste Mineral der Paragenese von 9 a war der oben schon erwähnte, schlierig gehäuft auftretende Turmalin; außerhalb der Konzentrationen in den graugrünen Kornschlieren haben wir ihn in diesem Gestein nicht beobachtet. Seine hemimorph ausgebildeten Nadelchen zeigen zwei Generationen: a) Schnittformate von $0,030 \times 0,016$ mm im Durchschnitt, Keimzahl groß, b) solche mit $0,200 \times 0,040$ mm im Durchschnitt, Keimzahl gering. X = hell, gelbrosa, Z = graugrün, dunkelgrün oder schwarzgrün, diese Farbunterschiede durch Zonarbau größerer Kriställchen bedingt, z. B. Kerne dunkelgrün, Schale graugrün, Rinde schwarzgrün; Kleinkörner sind schwarzgrün.

Die sehr geringen Mengen von Gips und Magnesiumsulfat (als Kieserit angesetzt) ließen sich optisch zwar nicht isolieren, aber das chemische Verhalten hat Gips bestätigt und Kieserit wahrscheinlich gemacht, denn bei niederem Wasserangebot verhält sich Kieserit wie Formgips, vergl. (4), S. 681, und erst bei hohem Wasserangebot entsteht aus ihm das lösliche Bittersalz.

Nach Abrechnung des für die genannten Sulfate verbrauchten SO_3 bleibt jener kleine Rest davon, welcher zum Aufbau des basischen Ferrisulfates eingesetzt wird. Nicht allein in diesem, sondern auch in anderen steirischen Porphyroiden wurde wiederholt von mir und HANSELMAYER neben unverkennbaren Goethit-Ansammlungen in kleinen Mengen jenes gold- bis orangebraune Mineral festgestellt, z. T. in Zersetzungsprodukten nach Biotit, z. T. in solchen nach Pyrit, das wir als ein Ferrisulfatmineral ansehen.

Neben den Hinweisen aus der chemischen Analyse entnahmen wir Ausführungen SCHARIZER's in (36) noch weitere, theoretische Hinweise: Die Ferrisulfate 1 bis 17 der Numerierung dieses Autors bilden insofern eine genetische Einheit, als sie alle aus Oxydation von Pyrit oder Markasit hergeleitet werden können; bei Wassergegenwart liefern diese Sulfide zunächst Ferrosulfat und Schwefelsäure; aus dem Ferrosulfat entwickelt sich das basische $\text{Fe}_2\text{S}_2\text{O}_9$ als Grundverbindung für den Aufbau von Castanit — im Sinne R. SCHARIZER's (36) nicht F. CESBRON's (4a) —, Amarantit, eventuell auch Glockerit. Wir haben — siehe oben — an Castanit gedacht, u. a., weil die Farbe des Produktes dazupaßt. Die neben Ferrosulfat auftretende Schwefelsäure kann aus Anorthit und Titanit und Apatit Ca entnehmen und damit ein Sulfat bilden; sie kann ferner aus Biotit oder Biotitruinen Magnesium freimachen und zur Sulfatbildung an sich ziehen.

Nach unseren Wahrnehmungen ist der Goethit der untersuchten Porphyroide zum Teil aus Biotit, z. T. aus Pyrit epigenetisch entstanden; ob auch eine Entwicklung Biotit \rightarrow Opazit \rightarrow Goethit gegangen worden ist, blieb vorerst unentschieden. Genaue Angaben über Pyrit in Quarzporphyren und Porphyroiden sind nicht häufig; mein (ANGEL) Eindruck ist der, daß er sich in der charakteristisch spärlichen, ziemlich gleichmäßigen Verteilung noch eher in Porphyroiden (hypomagmatische Entwicklungsphase) als in den Porphyren (orthomagmatische Entwicklungsphase) einstellt. Analytischen S-Nachweis findet man auch erst noch selten: Für zwei Porphyroide aus dem Brucker Stadforst nach STINY (40), für den Torfberg-Porphyroid nach JANDA bei HANSELMAYER (21), für den Porphyroid von Rumiano nach MITTEMPERGHER (30). Bei Dünnschliffstudien läßt sich die vorepigenetische Verbreitung von Pyrit in Porphyroiden mit Hilfe der Goethitpseudomorphosen rekonstruieren; es scheint, daß man der Pyritverbreitung in diesen Gesteinen bisher kaum Beachtung geschenkt hat. Mit freiem Auge beobachtete ich (ANGEL) kleine, lockere Schwärme von Pyritkriställchen im Porphyroid-Steinbruch an der Straße Finkenbergl—Vorderlanersbach (Tuxer Tal, Nordtirol). — Von der Betrachtung wurden ausgeschlossen Pyritgänge oder produktive Pyritvererzungen anderer Art, denn diese stehen ja in anderen Zusammenhängen.

Der Titanit wird hauptsächlich aus dem Titan des primären Porphyrobiotites gespeist; inwieweit dieses Ti zur Biotitkonstitution gehört oder zu Ilmeniteinschlüssen im Biotit, bleibt offen; er bildet weiße, erdige Krümel nach Leukoxenart in den Goethitfeldern nach Biotit.

Über Turmalin in Porphyroiden haben wir namentlich an steirischem Material Daten gesammelt; darnach ist er verbreitet, aber beinahe immer nur in kleinsten Mengen und Körnern. Unser Fall 9 a ist mit seiner schlierenhaften Konzentration von Turmalin ein Sonderfall. Aus der Gesteinsanalyse ermittelten wir 3,7 Norm-% davon, HANSELMAYER zählte im Probenschliff 4,5 Vol.-% aus, was als Durchschnitt etwas zu hoch ist, denn das Schliffareal ist dafür zu klein gewesen. Sehr viel kleiner sind die Turmalinmengen, die

Tabelle 1: Auswertung der Analyse F. LASKOVIC 1966

	Gew.-%	Atprop.					
SiO ₂	70,63	1176					8
TiO ₂	0,63	8					8
Al ₂ O ₃	18,40	361					
Fe ₂ O ₃	0,96	12			1,2	10,8	
FeO	0,32	4,3					
MnO	0,00						
MgO	0,30	7,4		1,2			
CaO	0,64	11	1,2				8
BaO	0,09	0,6					
Na ₂ O	0,65	21					
K ₂ O	3,90	83					
P ₂ O ₅	Sp	—					
CO ₂	0,00	—					
B ₂ O ₃	0,34 ₅ *	9,9					
SO ₃	0,28	3,6	1,2	1,2	1,2		
H ₂ O+	2,83	(314)					
H ₂ O—	0,64	(71)					
	100,61 ₅	1697,8	A 2,4	Ki 2,4	FSu 2,4	Hm 10,8	Tn 2,4

Wässriger Auszug:

SO ₃	0,20	Gew.-%	2,4	Atprop.
CaO	0,07	„	1,2	„
MgO	0,05	„	1,2	„

* Aus den Basen berechnet.

Muster 9 a

			83	21				1064
	1,2	3,6	83	21	12,4	8,6	231,2	
						4,3		
					6,2			
	0,6	1,8		21				
			83					
9,9								
B	Bal	Cal	Kp	Ne	Sp	Hz	C	Q
9,9	1,8	5,4	249	63	18,6	12,9	231,2	1064

Symbole:

A = Anhydrit, Gips; Ki = Kieserit;

FSu = basisches Ferrisulfat $Fe_2S_2O_9$;

Hm = Hämatit; Tn = Titanit; B = Bor;

Bal = $Ba Al_2O_4$ analog Cal = $CaAl_2O_4$;

Kp, Ne, Sp, Hz, C, Q wie bei BURRI (53).

Basis:

A	Ki	FSu	Hm	Tn	B	Bal	Cal	Kp	Ne	Sp	Hz	C	Q
0,14	0,14	0,14	0,64	1,43	0,58	0,11	0,32	14,66	3,71	1,09	0,76	13,62	62,66

Fortsetzung zu Tabelle 1:

Ableitungsgleichungen für eine Epinormvariante

Vorgangsweise grundsätzlich wie bei BURRI (53), erweitert für Öllacherit, Margarit und Turmalin nach ANGEL.

$$\text{Öllacherit: } 3 \text{ Bal} + 3 \text{ Sp} + 3 \text{ Q} = 7 \text{ Öll} + 2 \text{ C}$$

$$\text{Margarit: } 3 \text{ Cal} + 2 \text{ C} + 2 \text{ Q} = 7 \text{ Marg}$$

$$\text{Dravit: } 3 \text{ B} + 3 \text{ Ne} + 9 \text{ Sp} + 5 \text{ Q} = 19 \text{ Drav} + 1 \text{ C}$$

$$\text{Schörl: } 3 \text{ B} + 3 \text{ Ne} + 9 \text{ Hz} + 5 \text{ Q} = 19 \text{ Sch} + 1 \text{ C}$$

$$\text{Turmalin: } 3 \text{ B} + 3 \text{ Ne} + 9 (\text{Sp, Hz}) + 5 \text{ Q} = 19 \text{ Turm} + 1 \text{ C}$$

Symbole Ms, Pg, C, Q wie bei BURRI (53).

Modenächste Epinormvariante:

A	Ki	FSu	Hm	Tn	Drav	Sch	Ms	Pg	Öll	Marg	Kaol	Q
0,14	0,14	0,14	0,64	1,43	2,10	1,60	34,20	7,31	0,26	0,75	3,60	47,69
2,49					3,70		42,52					
Nebenkornsorten					Turmalin		Serizit					

Zusammensetzung des
Glimmerfilzes:

Ms	80,43 Norm-%
Pg	17,20
Marg	1,76
Öll	0,61
100,00 Norm-%	

Zusammensetzung des
Turmalins:

Dravitkomponente	56,7%
Schörlkomponente	43,3%
100,00	
Mg: Fe ²⁺	= 56,6 : 43,4

Bedarf an gebundenem Wasser:

3,14 Gew.-%

Summe H₂O der Analyse:

3,47

Unverbraucht: 0,33 Gew.-%

Tabelle 2: Modalbestand, Muster 9 a, ermittelt aus Schlift und Analyse

A	Gips	0,14 Norm-0/0
Ki	Kieserit	0,14
FSu	Basisches Ferrisulfat als Castanit	0,14
Hm	Goethit	0,64
Tn	Titanit	1,43
Turm	Turmalin	3,70
MS + Pg + Marg + Öll	Serizit	42,52
Kaol	Kaolinit	3,60
Q	Quarz	47,69
		100,00 Norm-0/0

HANSELMAYER in Porphyroidmustern steirischer Tertiär- und Glazialschotter beobachtete, so in (17), (18), (19), (20), und die ich selber darin sah. Diese kleinen, vereinzelt Turmaline zeigen manchmal Schörl-Pleochroismus, öfter aber von graurosa bis hell graugelb nach schmutzig braunviolett, schmutzig olivgrün, dunkel grünblau und so ähnlich wie im beschriebenen Muster 9 a. Aus dem Chemismus ist zu schließen, daß es sich um isomorphe Mischungen von Dravit und Schörl handelt, wo die Dravitkomponente noch kräftig vorwiegt (41).

Bekanntlich ist eine gravimetrische B_2O_3 -Bestimmung in Silikat-Gesteinen namentlich bei geringen Mengen schwierig (52). Wir danken daher Herrn Dr. F. v. KAHLER, Radenthein, dafür, daß er uns dabei half. Er fand in einer Probe unseres Materials $B_2O_3 = 0,26$ Gew.-0/0, Atomproportion $B = 7,5$. Ich (ANGEL) setzte auf Grund der allgemeinen Turmalinformel (28), (41), B_2O_3 mit 0,345 Gew.-0/0 und Atomproportion $B = 9,9$ an; Ausgangspunkt waren die Summe der Atomproportionen Mg und Fe' in Sp und Hz, die mangels anderer farbiger Kornsorten nur dem Turmalin zukamen. Wir müssen uns mit Annäherung der theoretischen und analytischen Daten über B_2O_3 bzw. B und Turmalin zufriedengeben.

Es bleibt nun noch der feine Schuppenfilz zu erörtern, der von den Bearbeitern als Serizitfilz abgetan wird, weil man ihn optisch nicht differenzieren kann. Erstmals kann nun in österreichischen Porphyroiden dieser Schuppenfilz in Komponenten aufgelöst werden. ANGEL hat wohl schon bei anderer Gelegenheit darauf verwiesen, daß in dem Serizit eine beachtliche Paragonitkomponente stecken muß (2), S. 128. Nun kann das quantitativ so gut verfolgt werden, weil das Gestein feldspatfrei geworden ist. Quantitativ enthält der Serizitfilz die Komponenten Muskowit Ms, Paragonit Pg, zum ersteren zu koordinieren eine kleine Menge Ba-Muskowit = Öllacherit und zum zweitgenannten zu koordinieren eine kleine Menge Margarit. Ob sie zusammen eine einzige Mischphase bilden oder mehrere gemengt, ist vorderhand nicht entscheidbar gewesen. Die primären Feldspäte dieser Gesteine waren — der Erfahrung nach — KNa-Feldspäte, begleitet von sauren Plagioklasen, nämlich Albiten bis Oligoalbiten. Klinozoisit oder Epidot enthielt demgemäß auch der von ihnen stammende Glimmerfilz nicht. Es wäre interessant zu erfahren, ob die Mischung Ms + kleine Mengen Ba-Muskowit etwa dem Verhältnis K : Ba in den KNa-Feldspäten der Quarzporphyre entspricht, und das Ge-

misch Pg + Marg in kleinen Mengen etwa dem Verhältnis Ab : An in den Plagioklasen. Um dieser Frage näherzukommen, fehlen noch einschlägige Analysen, aber hier ist doch einmal ein Anfang gemacht.

Im Schuppenfilz muß auch noch der Kaolinit stecken, der optisch nicht erfaßt werden konnte; wir vermuten, daß er in den serizitischen Feldspatpseudomorphosen — vgl. weiter oben, Physiographie — enthalten ist, verborgen im Serizitfilz.

Daß nun mit besserem Erfolg denn je das Wesen des Serizites unserer Porphyroide erkannt werden konnte, halten wir für eine besonders nützliche Frucht unserer Studien. — Mit der modalen Auflösung des porphyroidischen Kornsortenbestandes, die doch mehr Schwierigkeiten bot, als man bisher erwartete, stimmt auch die Wasserbilanz überein. Rechnet man den Wasserbedarf der als modal ausgewiesenen Kornsorten durch auf Grund der kristallochemischen Formeln, so wird nicht nur H_2O+ aufgebraucht, sondern auch noch ein Teil von H_2O- , was bei diesem Kornsortenbestand zu verstehen ist; unverbraucht bleiben bloß 0,33 Gew.-% H_2O- als Gesteinsfeuchtigkeit. Der Porphyroid ist demnach recht trocken.

2. Porphyroid aus dem Wohntal, am Fahrweg beim Krempl, westlich vom Riedel

Muster 9 b

Handstücke plattig, uneben höckerig, schwach schiefbrig, sehr hell grünlich bis graugelb, porig. Porenverteilung am Querbruch studierbar. Pore bläschenförmig, ϕ um 0,5 mm, meist viel kleiner, vereinzelt größer und flächig, Umgrenzungen unregelmäßig-unstetig, Ockerfilme an den Wänden. Im herrschenden Serizitfilz sind die meist in Splitter zersprungenen Quarzeinsprenglinge und Aggregate nach Biotit (Goethit, Chlorit, Serizit) eingebettet.

Der Dünnschliff zeigt im Serizitfilz neben Quarzeinsprenglings-Splittern vereinzelt und wenig Albite, in den Bereichen der Biotit-Umsetzungen kleine Kalkspatrhomboeder, etwas Titanit und Rutil, und anomal blau polarisierenden Delessit. Ganz vereinzelt und selten: Zirkon, Xenotim, als Einschlüsse im Chlorit mit pleochroitischen Höfen.

Ein Chloritgehalt in der Höhe wie hier läßt sich noch auf eine primär gegebene Biotitmenge beziehen; er tritt auch noch nicht als „Vergrünung“ in Erscheinung.

Diese Angaben bestimmen wie bei 9 a die Auswertungsgänge der Analyse zu 9 b nach LASKOVIC 1966. — Die Erfahrungen mit dem wässerigen Auszug aus dem Analysenpulver verlangen abermals die Berechnung kleiner Mengen von Gips, Kieserit und Castanit, die beiden erstgenannten im Schliff nicht sichtbar. Hm steht für Goethit. Es folgt normative Berechnung von Kalkspat, Rutil und Apatit, die sichtbar sind, aber mittels Schliffintegration weniger genau zu ermitteln wären, als aus der Analyse.

Hierauf werden rechnerisch die Basisverbindungen Bal—Cal—Kp—Ne—Sp—Hz—C—Q in dieser Reihenfolge abgeschieden. Dann erstellt man die Basis = 100. Aus dieser Basis soll wieder eine den modalen Verhältnissen möglichst angegliche Norm aufgebaut werden, die gemäß der Dünnschliff-Physiographie wieder eine Epinorm-Variante sein muß. Die Ermittlung von normativem Öllacherit und Margarit als Komponenten des Serizitfilzes, Formeln dafür bei STRUNTZ (41), ist mittels Bal und Cal durchführbar, vgl. dazu den Vorgang bei Tabelle 3. Es verbleibt eine Basis-Restparagenese aus Ne, Sp, Hz,

Fo, Fa, Q, über deren Umgestaltung zur Epinorm-Variante die Natur des optisch annähernd bestimmten Delessites entscheidet. Die Optik verlangt rund 51,5 Formel-% At und rund 48,5 Formel-% Ant; aus der Analyse ergaben sich $Fe''/Fe' + Mg = 36$ Atom-%. Stellt man rechnerisch diese Verhältnisse in der Summe Sp, Hz, Fo, Fa her, so führt dies auf 3,90 Norm-% Delessit und es erübrigen Reste von Sp und Hz; aus diesen gewinnt man das erforderliche C für die Serizitisierung jener Reste von Kp und Ne, für welche das ursprüngliche C der Basis nicht ausgereicht hatte. Doch selbst jetzt reicht alles verfügbare C nur aus, um einen erheblichen Teil von Ne in Paragonit überzuführen, es bleibt ein kleiner Ne-Rest, der — ganz entsprechend der Dünnschliffbeobachtung — zu Albit umgebaut werden muß.

3. Porphyroid, Fahrweg am SW-Hang des Wohntal-Hochecks nahe Krempl, „vergrünter“ Typus

Muster 10 a

Das klobig brechende, undeutlich schieferige Gestein hat eine gleichmäßige, kräftig graugrüne Durchfärbung, sichtlich durch einen im Serizitgewebe eingebetteten lockeren Filz von Chloritschüppchen. Einsprenglinge: Porphy Quarze, $\phi = 2$ bis 3 mm, und KNa-Feldspatrestkörner, z. T. schachbrettalbitisiert oder serizitisiert.

Dünnschliff: Porphy Quarze mit Korrosionsbuchten oder in Splitter zersprungen, KNa-Feldspäte nur als Einsprenglingsrestkörper, sonst wie oben. Grundmasse feldspatfrei, serizitisch. Keine Biotitreste von Einsprenglingen, sondern nur deren chloritische Pseudomorphosen mit Rutil, etwas Leukoxen, Goethit, welcher auch nach Pyrit Pseudomorphosen bildet, in deren Kern noch erhalten. Vereinzelt kleine Zirkone und kleine Kalkspatrhomboeder. Ein das Serizitgewebe durchwirkender Chlorit hat anomal bronzebraune Polarisationsfarbe und ist schon optisch schwach positiv, er gehört noch zum Delessit, steht jedoch schon dem Mg-Prochlorit nahe.

Die Analysenauswertung — Tabelle 5 — wird grundsätzlich so vollzogen wie bei den Mustern 9 a und 9 b mit der erforderlichen speziellen Anpassung. — Der Inhalt des wässrigen Auszuges verlangt wieder Anrechnung von Gips und Kieserit, die optisch nicht beobachtbar waren, ferner dem Schliffbefund folgend etwas Ferrisulfat und Pyrit, deren Mengen im Schliff geschätzt werden konnten, wie auch das Verhältnis Ru/Tn. Kalkspat ergab sich aus CO_2 , Hm als Fe_2O_3 -Rest nach Abzug von FSu und Pr. — Es folgt Berechnung von Bal und Cal. Daß nun schon im Rahmen der „Grundverbindungen“ nicht mehr C, sondern Fa auftaucht, läßt in modenahen Normgestaltungen eine nicht mehr unbedeutende Feldspatmenge erwarten.

Die Basis = 100 beläßt nach Abrechnung von A bis Cal folgenden Rest:

Kp	Ne	(Sp Hz)	(Fo Fa)	C	Q	
11,02	7,47	16,07	1,65	0,07	59,69	(C stammt aus der Bildung von Öll)

Aus diesem Rest ist zunächst der Chlorit zu bilden, für den $Fe''/Fe' + Mg = 37,44$ Atom-% vorgegeben ist. Es paßt gemäß der Optik ein Delessit mit 55,9 Formel-% At, der sich einem Mg-Prochlorit nähert. Dabei ist Sp und Hz abzubauen und liefert zusammen mit obigen 0,07 C soviel C, daß neben den grob ausgemessenen Mengen von rund 2% Or und rund 9% Ab automatisch die in Tabelle 5 ausgewiesenen Mengen an Ms und Pg anfallen.

Tabelle 3: Auswertung der Analyse F. LASKOVIC 1966

	Gew.-%	Atprop.					
SiO ₂	72,28	1204					
TiO ₂	0,42	5					
Al ₂ O ₃	14,73	289					
Fe ₂ O ₃	1,29	16			1,5	14,5	
FeO	0,86	12					
MnO	Sp	—					
MgO	0,87	22		0,5			
CaO	1,29	23	9				9
BaO	0,03	0,2					
Na ₂ O	0,40	13					
K ₂ O	3,55	75					
P ₂ O ₅	0,12	1					
CO ₂	0,40	(9)					(9)
SO ₃	0,87	11	9	0,5	1,5		
H ₂ O+	2,51	(280)					
H ₂ O—	0,48	(53)					
	100,10	1671,2	A 18	Ki 1,0	FSu 3,0	Hm 14,5	Cc 9

Wässriger Auszug:

Symbole wie bei Muster 9a

SO ₃	0,80 Gew.-%	10	Atprop.
CaO	0,51	9	
MgO	0,02	0,5	

Basis:

A	Ki	FSu	Hm	Cc	Ru	Ap	Bal	Cal	Kp	Ne	Sp	Hz	C	Q
1,07	0,06	0,18	0,87	0,54	0,30	0,16	0,04	0,60	13,47	2,33	3,86	2,15	7,59	66,78

Ableitungsgleichungen für eine Epinormvariante wie bei Muster 9a

Muster 9 b

5		0,4	6,6	75	13	43,0	24	127	1116
	1,7		3,3				12		
		0,2		75	13	21,5			
	1								
Ru 5	Ap 2,7	Bal 0,6	Cal 9,9	Kp 225	Ne 39	Sp 64,5	Hz 36	C 127	Q 1116

Modenächste Epinorm-Variante:

A	Ki	FSu	Hm	Cc	Ru	Ap	Öll	Marg	Ms	Pg	Ab	Ant	At	Q
1,07	0,06	0,18	0,87	0,54	0,30	0,16	0,09	1,40	31,43	5,01	0,30	2,01	1,89	54,69
3,18							37,93				3,90			
Nebenkornsorten							Serizit				Delessit			

Fortsetzung zu Tabelle 3:

Zusammensetzung des
Glimmerfilzes:

Ms	82,88 Norm-%
Pg	13,21
Marg	3,67
Öll	0,24
	<hr/>
	100,00 Norm-%

Zusammensetzung des
Delessites:

Ant	48,5 Formel-%
At	51,5
	<hr/>
	100,0 Formel-%
Fe ²⁺ /Fe ³⁺ + Mg = 36 At.-%	
Bedarf an gebundenem Wasser: 2,55 Gew.-%	
Wasser, Summe H ₂ O der Analyse: 2,99 Gew.-%	
Unverbraucht: 0,44 Gew.-%	

Die Analysenauswertung bringt analog zu jener von Muster 9 a kleine Tabellen über den kristallochemischen Aufbau von Serizit, hier auch von Chlorit und über den Bedarf an gebundenem Wasser einschließlich Kristallwasser; die Wasserbilanz befriedigt. Optische Beobachtung und quantitative Analyse ergänzen einander zum Bild, das nachfolgende Tabelle bietet:

Tabelle 4: Modalbestand, ermittelt aus Dünnschliff und chem. Analyse

A	Gips	1,07 Norm-%
Ki	Kieserit	0,06
FSu	Basisches Ferrisulfat als Castanit	0,18
Hm	Goethit	0,87
Cc	Kalkspat	0,54
Ru	Rutil	0,30
Ap	Apatit	0,16
Ms + Pg + Marg + Öll	Serizit	37,93
Ab	Albit	0,30
Ant + At _{51,5}	Delessit	3,90
Q	Quarz	54,69
		100,00 Norm-%

Titanit war so wenig, daß sich sein Einbau in die Norm-Variante erübrigte.

Tabelle 5: Auswertung der Analyse F. LASKOVIC 1966

	Gew.-%	Atprop.						
SiO ₂	66,17	1102						
TiO ₂	0,47	6						
Al ₂ O ₃	15,84	311						
Fe ₂ O ₃	1,08	14			0,9	0,3	12,8	
FeO	2,95	41						
MnO	Sp	—						
MgO	2,81	69		0,5				
CaO	1,71	30	7					15
BaO	0,09	0,6						
Na ₂ O	1,30	42						
K ₂ O	2,90	62						
P ₂ O ₅	0,00	—						
CO ₂	0,64	(15)						(15)
SO ₃	0,71	9	7	0,5	0,9	0,6		
H ₂ O+	3,36	(374)						
H ₂ O—	0,24	(27)						
	100,27	1686,6	A 14	Ki 1,0	FSu 1,8	Pr 0,9	Hm 12,8	Cc 15

Wässriger Auszug:

Symbole wie bei Muster 9a und 9b

SO ₃	0,63 Gew.-%	7	Atprop.
CaO	0,40	7	
MgO	0,02	0,5	

Basis:

A	Ki	FSu	Pr	Hm	Cc	Ru	Tn	Bal	Cal	Kp	Ne	Sp	Hz
0,83	0,06	0,11	0,06	0,76	0,89	0,24	0,36	0,10	1,07	11,02	7,47	12,18	5,05
	Fa	Q											
	1,12	58,68											

Ableitungsgleichungen für eine Epinormvariante wie bei Muster 9a und 9b

Muster 10 a

4	2 2	1,2	12	62	42	137	56,8	6,3	989,7	
	2	0,6	6	62	42	68,5	28,4	12,6		
Ru 4	Tn 6	Bal 1,8	Cal 18	Kp 186	Ne 126	Sp 205,5	Hz 85,2	Fa 18,9	Q 989,7	

Modenächste Epinormvariante:

A	Ki	FSu	Pr	Hm	Cc	Ru	Tn	Öll	Marg	Ms	Pg	Or	Ab
0,83	0,06	0,11	0,06	0,76	0,89	0,24	0,36	0,23	2,49	22,92	4,48	2,00	9,25

3,31
30,12
11,25
Nebenkornsorten
Serizit
Feldspat

Ant	At	Q
5,83	7,39	42,10

13,22

Delessit-Mg-Prochlorit

Fortsetzung zu Tabelle 5:

Zusammensetzung des
Glimmerfilzes:

Ms	76,1 Norm-%
Pg	14,9
Marg	8,2
Öll	0,8
	<hr/>
	100,0 Norm-%

Zusammensetzung des
Delessites — Mg-Prochlorites:

Ant	44,1 Formel-%
At	55,9
	<hr/>
	100,0 Formel-%
Fe ²⁺ /Fe ³⁺ + Mg	= 37,44 At.-%

Bedarf an gebundenem
Wasser: 3,53 Gew.-%

Summe H₂O der Analyse:
3,60 Gew.-%

Unverbraucht:
0,07 Gew.-%

Die Auswertungstabelle enthält wiederum kleine Tabellen über die Zusammensetzung des Glimmerfilzes = „Serizit“, über die des Chlorites und eine Wasserbilanz. Die beobachtete Fazies entspricht wieder sehr nahe einer Epinorm-Variante und das aus Optik und Chemismus kombinierte modale Gesamtbild sieht man in Tabelle 6.

Tabelle 6: Modalbestand, ermittelt aus Dünnschliff und chem. Analyse

A	Gips	0,83 Norm-%
Ki	Kieserit	0,06
FSu	Basisches Ferrisulfat, Castanit	0,11
Pr	Pyrit	0,06
Hm	Goethit	0,76
Cc	Kalkspat	0,89
Ru	Rutil	0,24
Tn	Leukoxen	0,36
Ms + Pg + Marg + Öll	Serizit	30,12
Or	Orthoklas	2,00
Ab	Albit	9,25
Ant + At _{55,9}	Delessit	13,22
Q	Quarz	42,10
		<hr/>
		100,00 Norm-%

Das Gestein 10 a ist gegenüber den Fällen 9 a und 9 b und vielen anderen Fällen in der großen Lamingtaler Porphyroid-Masse sehr eindrucksvoll „vergrünt“ (1). Der Chloritgehalt ist nun augenfällig und sprunghaft angestiegen, wie das auch bei „vergrüntem“ Porphyroiden von anderen Orten der Fall ist, z. B. in der Grauwackenzone um den steirischen Erzberg sowie westlich und nördlich davon. Ausländisches Beispiel: Mehrere Fälle aus dem Besimauda-Massiv (30).

Tabelle 7: Zusammenstellung von Daten über die Porphyroide 9a, 9b, 10a und zwei Vergleichsgesteine

a) Basisvergleiche

	9a	9b	10a		9a	9b	10a
A	0,14	1,07	0,83	B	0,58	—	—
Ki	0,14	0,06	0,06	Bal	0,11	0,04	0,10
FSu	0,14	0,18	0,11	Cal	0,32	0,60	1,07
Hm	0,64	0,87	0,76	Kp	14,66	13,47	11,02
Pr	—	—	0,06	Ne	3,71	2,33	7,47
Cc	—	0,54	0,89	Sp	1,09	3,86	12,18
Ru	—	0,30	0,24	Hz	0,76	2,15	5,05
Tn	1,43	—	0,36	Fa	—	—	1,12
Ap	—	0,16	—	Q	62,66	66,78	58,68

b) Modenächste Epinormvarianten

	9a	9b	10a	Torf- berg	Füller- kreuz
Gips	0,14	1,07	0,83	—	—
Kieserit	0,14	0,06	0,06	—	—
Castanit	0,14	0,18	0,11	—	—
Pyrit	—	—	0,06	0,26	—
Goethit	0,64	0,87	0,76	0,50	0,20
Kalkspat	—	0,54	0,89	—	—
Rutil	—	0,30	0,24	0,48	0,60
Titanit	1,43	—	0,36	0,82	—
Apatit	—	0,16	—	0,03	—
Turmalin	3,70	—	—	—	—
Serizit	42,52	37,93	30,12	39,38	32,10
Kaolinit	3,60	—	—	—	16,10

Fortsetzung zu b) Modenächste Epinormvarianten:

	9a	9b	10a	Torf- berg	Füller- kreuz	
Celsian	—	—	—	1,74	?	} Alk.-Feldspat mit ca. 1/6 Or
Orthoklas	—	—	2,00	14,79	3,41	
Albit	—	0,30	9,25	0,87	14,79	
Biotit	—	—	—	0,46	4,20	
Delessit	—	3,00	13,22	—	—	
Quarz	47,69	54,69	42,10	40,67	28,60	

c) Normative Zusammensetzungen einiger Kornsorten

Turmalin in 9a: 56,7 Norm-% Dravit, 43,3 Norm-% Schörl; Mg/Fe²⁺ = 56,6/43,4

Glimmerfilz, „Serizit“:

Ms	80,48	82,88	76,1
Pg	17,20	13,21	14,9
Marg	1,76	3,67	8,2
Öll	0,61	0,24	0,8
	9a	9b	10a

Delessite:

	Ant	At	Fe ²⁺ /Fe ³⁺ + Mg
9a	(Turmalin)		43,4
9b	48,5	51,5	36,0
10a	44,1	55,9	37,8

Tabelle 8: Vergleich einiger petrochemischer Parameter,
NIGGLI'sche Gesteinsparameter

	si	al	fm	c	alk	t	k	mg	ti	so ₃	b ₂ O ₃	h ₂ O+	p ₂ O ₅
9a	433,2	67,40	8,85	4,33	19,42	43,65	0,80	0,31	3,0	1,34	1,87	58,60	—
9b	460,0	55,19	19,17	8,82	16,82	29,55	0,85	0,44	1,9	4,20	CO ₂ 3,44	53,50	0,20
10a	304,9	43,01	34,30	8,30	14,39	20,32	0,60	0,56	1,66	2,49	4,15	48,9	—
füllerkr. Torflug.	419,0	64,0	4,5	2,0	29,5	31,5	0,99	0,15	4,7	?	—		0,04
	323,0	67,6	9,2	1,5	21,7	43,8	0,60	0,87	3,2		b ₂ O ₃ Sp		Sp

Verhältnisse L—M—Q nach NIGGLI

	L	M	Q
9a	20,21	16,07	62,82
9b	16,44	17,21	66,35
10a	20,01	21,56	58,42
Torfberg	27,8	12,8	59,4
Füllerkreuz	26,2	19,7	54,1

Kleinmengige Komponenten in Porphyroiden

Gew.-%	BaO	SrO	MnO	TiO ₂	ZrO ₂	P ₂ O ₅	B ₂ O ₃	SO ₃	S	CO ₂
9a	0,09	nb	—	0,63	—	Sp	0,34	0,28	—	—
9b	0,03	nb	Sp	0,42	+	0,12	—	0,87	—	0,40
10a	0,09	nb	Sp	0,47	+	—	—	0,71	0,02	0,64
Torfberg	0,97	0,0071	0,0026	1,00	0,027	0,01	0,0097	nb	—	—
Füllerkreuz	nb	nb	0,0026	0,88	0,025	Sp	nb	nb	Sp	—
			In Füllerkreuz etwas Orthit.							
Costabella	0,03	nb			nb			nb		
Rumiano	0,05	nb			0,01			nb		

Diskussion der Befunde

Neben den drei neuen, in gleicher Art und Weise untersuchten Porphyroidtypen aus der großen Lamingtaler Masse verfügen wir noch über einige Vergleichsmöglichkeiten: Torfberg (21), Füllerkreuz (22), Costabella (30) und Rumiano (30). Die Daten sind in den Tabellen 7 und 8 zusammengestellt. Wir erörtern im Folgenden noch andere Einzelheiten.

BaO: Die Werte in 9 a, 9 b und 10 a, Costabella und Rumiano passen gut zu einander und zeigen eine bescheidene Differentiationsbreite von 0,03 bis 0,09 Gew.-%; Torfberg mit 0,97 Gew.-% wirkt ausgefallen hoch, aber eine besondere mineralische Phase kommt selbst in diesem Falle nicht zustande. Im Standard-Fall 9 b steckt Ba als Öllacheritkomponente im Serizitfilz. Im Falle Torfberg könnte sich Ba auf zwei Phasen verteilen, auf Serizit (Öllacheritkomponente) und auf Mikroklin (Celsiankomponente), doch dies konnte noch nicht weiterverfolgt werden. Größenmäßig in den Werten BaO = 0,01 bis 0,10 Gew.-% eingeschlossen, erblicken wir bereits die Andeutung eines natürlichen Rahmens für Ba-Beteiligung in steirischen Porphyroiden. Welche Bedeutung die Ausnahme Torfberg in dieser Hinsicht hat, mußte offen bleiben; die Erfahrungsbasis ist noch zu schmal.

Ba wird wohl schon von den Porphyryfeldspäten Orthoklas, Sanidin, Anorthoklas und eventuell Mikroklin in der Celsiankomponente mitgebracht und vom Porphyroid übernommen, namentlich in dessen Serizitfilz als Öllacheritkomponente; ob dabei zur Gänze fixiert oder doch z. T. gewandert, kann aus unserem Material noch nicht entschieden werden.

SrO: Bisher liegt ein Datum nur vom Torfberg-Porphyroid vor, wo SrO = 0,0071 Gew.-%, also recht wenig im Vergleich mit BaO. Falls Sr als Anorthitkomponente eine analoge Rolle hätte, wie Ba für die Kalifeldspäte, dann könnte das bedeuten, daß die Anorthitkomponente schon im Mutterporphyr des Porphyroids eine sehr untergeordnete Komponente war, wie sie das ja auch in unseren Porphyroiden jetzt ist. Das aber ist eine wichtige Frage, und deshalb wären wir an der Erweiterung unserer diesbezüglichen Kenntnisse über Sr in Porphyren und Porphyroiden recht interessiert.

MnO: In unseren Fällen ist die MnO-Beteiligung sehr gering, auch für die Fälle Torfberg (spektralanalytischer Befund) und Füllerkreuz, nämlich nur 0,0026 Gew.-%; in diese Größenordnung gehören wohl auch die von LASKOVIC angegebenen „Spuren“ in 9 b und 10 a, wogegen die fehlende Wertangabe für MnO in 9 a noch so weit darunter liegen muß, da LASKOVIC nicht einmal mehr Spuren verzeichnete. — Wir nehmen an, daß MnO in der orthomagmatischen Gesteinsform Porphyr (Quarzporphyr) im Biotit steckt, je höher der Biotitanteil im Gestein, desto mehr hat es MnO. In den Porphyroiden sind Delessite bis Mg-Prochlorite die Biotiterben. Nun hat Muster 10 a bereits 13 Norm-% Delessit; wäre dieser zur Gänze Biotiterbe, dann wäre dort wohl mehr MnO zu erwarten, als nur Spuren; da das nicht der Fall ist, wird die hohe Chloritmenge wahrscheinlich nicht mit einer so hohen Biotitmenge des Porphyrostadiums zu parallelisieren sein.

Die öfters so kleinen MnO-Beträge sehen wir für unsere und andere Porphyroide als charakteristisch an; es hängt damit zusammen, daß sie ebenso wie ihre Mutterporphyre schon primär wenig an Mafiten (Biotit, Chlorit) enthalten, und überdies damit, daß schon in diesen Mafiten MnO wenig beteiligt ist.

TiO₂: In den Mustern Torfberg und Füllerkreuz sind die TiO₂-Beträge mit rund 1 Gew.-% verhältnismäßig hoch, in den Porphyroiden 9 a, 9 b und 10 a sind die Rahmenwerte 0,42 bis 0,63 Gew.-%; wovon das abhängt, ist offen, hängt aber nicht etwa mit dem Vergrünungsgrad zusammen. Primär steckt Ti wohl im Porphybiotit, teils als Ilmenit-Einschluß, teils im Biotit-

chemismus selbst; sekundär, in den Porphyroiden, sind Titanit und Rutil die Titanträger.

ZrO₂: Nur in 9 a wurde Zirkon nicht beobachtet, 9 b und 10 a zeigten einige wenige Körnchen, was den quantitativen Angaben für Torfberg und Füllerkreuz: 0,02 bis 0,03 Gew.-% ZrO₂ entsprechen dürfte; in Tabelle 8 c wird dies durch ein + angedeutet; im Porphyroid von Rumiano (30) wurde ZrO₂ mit 0,01 Gew.-% bestimmt.

P₂O₅: Unsere Porphyroide haben nur selten und äußerst wenig Apatit, was sich auch in den Analysenwerten ausdrückt. Der Apatitgehalt in 9 b ist mit 0,16 Norm-% der höchste beobachtete; wo in der Analyse „Spur“ vermerkt wurde, bedeutet das weniger als 0,01 Gew.-% P₂O₅. Ob Porphyroidisierung Apatit vermindert oder vermehrt, war bisher nicht entscheidbar.

B₂O₃: Wir hatten in Muster 9 a so reichlich Turmalin, daß B₂O₃ erhebliche Werte erreichen mußte: bei normativen 3,7% und integrierten 4,5 Vol.-% erreicht dies 0,345 Gew.-% B₂O₃; Herr v. KAHLER gab uns 0,26 Gew.-% dafür an, vgl. S. 7. In den Mustern 9 b und 10 a wurde von uns kein Turmalin beobachtet, da gibt es auch kein B₂O₃. Der Torfberg-Porphyroid enthielt sehr wenige Turmalinkörnchen, der spektralanalytische Befund: um 0,001 Gew.-% B₂O₃, das würde rund 0,10 Norm.-% Turmalin bedeuten, was in Porphyroiden anscheinend nicht selten zutrifft.

SO₃: LASKOVIC'S Verdienst ist es, den Inhalt heißwässriger Auszüge aus den Analysenpulvern aufgeklärt zu haben. Alle drei untersuchten Porphyroide enthielten SO₃, welches aus der Pyritoxydation stammt und etwas Ca, Mg und Fe''' gebunden hat. S. 3 wurden diesbezügliche Zusammenhänge bereits erörtert. Mg stammt aus der Zersetzung von Biotitresten, Fe''' z. T. ebenfalls, aber mehr noch aus der Pyritoxydation, Ca z. T. aus Kalkspat der Porphyroidisierung, z. T. vielleicht auch aus Titanit, aber kaum aus einer lokalen Anorthitzersetzung. So erklären sich Gips, Kieserit und Castanit. Die SO₃-Produktion ist nachporphyroidisch, epigen, hängt nicht mit der Vergrünung zusammen und gehört samt ihren Reaktionen vielleicht — wenn nicht zu einem Ausklang schwach-hydrothermalen Nachphasen — schon in den Bereich der Verwitterung.

S: In manchen Fällen wurde in Porphyroidanalysen noch Sulfidschwefel festgestellt, vgl. S. 3, dazu auch den zugehörigen Pyrit oder dessen Goethitpseudomorphosen nach Pyrit, mit Pyritkernen wie in 10 a.

CO₂: Die Beträge an CO₂, die für nur wenige Porphyroidanalysen angegeben werden, sind nicht zu vernachlässigen; es bindet nur Ca, und der so gebildete Kalkspat tritt in Form kleiner Rhomboeder oder Rhomboederschwärmchen im Porphyroidgewebe oder auch auf Geweberissen auf, nie aber als Sinter. Die Kalkspatführung wächst an mit dem Grad der Porphyroidisierung und mit der Vergrünung, sie scheint nicht zusammenzuhängen mit lokalen Zersetzungen eines Anorthitanteils der Plagioklase, sondern mehr regionalen Charakter zu haben.

Damit zeigt sich in groben Umrissen die Natur der porphyroidisierenden Lösung: Sie entläßt in einem pneumatolytischen Frühstadium Borsäure und erzeugt im Porphyr dispergiert oder lokal gehäuft Turmalin, dann führt sie hochhydrothermal H₂O, CO₂, Pyrit, CaCO₃ heran und reagiert unter Umwandlung von Biotit in Chlorit und der Alkalifeldspäte in den Serizitfilz,

wobei kleine B_2O_3 -Mengen noch katalytisch mitwirken und die Alkalifeldspäte z. T. durch Glas vertreten sind. MITTEMPERGHER (3) fand in einem Vergleichsbeispiel aus dem Besimauda-Massiv u. a. 0,26 Gew.-% F; 0,01 Cl, 0,03 S. Diese ebenfalls in Porphyroiden gefundenen Stoffe gehören also auch zu den Agentien porphyroidisierender Lösungen.

Orthit: In den Mustern 9 a, 9 b und 10 a haben wir weder Orthit, noch Epidot gefunden. Aus dem Muster Füllerkreuz hat indes HANSELMAYER (21) ein kleines Korn Orthit gemeldet.

Der „Serizit“ der Porphyroide

Mit Hilfe der praktisch feldspatfreien Porphyroidmuster 9 a und 9 b konnten erstmalig über den allgemein Serizit genannten Glimmerfilz steirischer Porphyroide analytisch unterlegte qualitative und quantitative Aussagen gemacht werden. Bisher hat man sich mit der Bezeichnung Serizit und der Erklärung, das sei grob genommen feinschuppiger Muskowit mit möglicher Na-Substitution in engem Rahmen, zufrieden geben müssen. Wir fragen: Wie sind die Serizite unserer Porphyroide quantitativ bis in Einzelheiten zusammengesetzt und welche Bedeutung haben ihre chemisch-mineralogischen Differenzen?

Mittels Mineraloptik ließen sich die vier petrochemisch ermittelten Komponenten Ms, Pg, Marg und Öll nicht isolieren. Die Körner des Glimmerfilzes sind zwar nicht gleich groß, aber es fanden sich keine Anzeichen, daß etwa verschieden große Körner auch verschiedene Glimmerarten darstellen. Es kann sein, daß der Glimmerfilz kristallochemisch homogen ist.

Die Serizitfilze sind nicht völlig farblos, sondern gelblich bis grünlich; das könnte mit der Öllacheritkomponente zusammenhängen, deren Mg wahrscheinlich schwach Fe^{2+} -substituiert ist; es bedarf bloß sehr kleiner Fe^{2+} -Mengen, um die erwähnte Farbtonung hervorzurufen. Chlorit hat damit nichts zu tun; er hat eine sehr merklich andersartige Farbe und ist, wenn schon manchmal nicht mit freiem Auge, so doch mittels Lupe optisch isolierbar.

Die Serizite der diskutierten Muster, die zwar einer großen Masse zugehören, aber doch z. T. große Fundortentfernungen haben, zeigen Differentiation: Ihre Ms liegen zwischen 76 und 83 Formel-%, ihre Pg zwischen 13 und 17, ihre Marg zwischen 1,5 und 8,2 und ihre Öll zwischen 0,2 und 0,8 Formel-%. Bei tieferen Pg steigt Marg an, aber nicht linear, zu höheren Ms gehören kleinere Öll und umgekehrt, aber wiederum nicht linear, vgl. Tabelle 7 c. Zusätzlich kann auch Kaolinit in den Glimmerfilz eintreten oder auch Feldspäte kaolinisierend vorkommen, wie etwa in Muster 9 a und im Muster Füllerkreuz. Für andere Beispiele haben wir noch keine vergleichbaren Angaben.

Keine Tatsachen zeugen dagegen, daß sich der Glimmerfilz auf Kosten der Porphyrfeldspäte oder Feldspatchemismen entwickelte, d. h. Ms und Pg aus Kalifeldspat und Albit, Öll aus der Celsiankomponente des Kalifeldspates und Marg aus der Anorthitkomponente vorporphyroidischer saurer Plagioklasse, die selbst wiederum Komponenten einer herrschenden Alkalifeldspat-Mischphase sein können oder eines Duos aus Natronkalifeldspat und saurem Kalknatronfeldspat. Diesbezüglich vgl. HANSELMAYER (20), S. 90, und (22), S. 2 und 5.

Es ist zu wünschen, daß an günstigen Porphyroiden, wie sie das Lamingtal geboten hat, auch an anderen Porphyroidregionen zwischen Mürztal und Tuxertal Untersuchungen über den Glimmerfilz getätigt werden, damit die Erfahrungsbasis so verbreitert werden kann, wie es unsere so ausgedehnten und mächtigen Porphyroide in den Ostalpen erheischen.

Man wird auch mit Porphyroidmustern arbeiten können, bei welchen sich Einsprenglinge und serizitisierte Grundmasse mechanisch sauber trennen lassen.

Nur im Fall 9 a nimmt Kaolinit teil am Glimmerfilz; dem Muster Torfberg fehlt er überhaupt; aber das Muster Füllerkreuz führt ihn in ziemlicher Menge; man sieht ihn da in Feldspateinsprenglingen, der Epinorm nach muß jedoch ein Teil davon auch im Glimmerfilz stecken. Wiederum Sonderfälle in der großen Porphyroid-Mannigfaltigkeit.

Ausmaße der Serizitisierung, gemessen am
NIGGLI-Wert t

Tabelle 8 führt jene Tonerdeüberschüsse t an, welche Porphyroide gegenüber Porphyren kennzeichnen:

Tabelle 9: „t-Werte“

Muster:	t
9 a	43,65
9 b	29,55
10 a	20,32
Torfberg	32,50
Füllerkreuz	44,40

Die Normalfälle sind 9 b und Torfberg mit beträchtlicher, mittlerer Höhe von t. Bei starker Vergrünung fällt t zurück, wie in 10 a. Es würde auch zurückfallen, wenn sich viel aus dem Porphyrezustand erhalten hätte. Die t für 9 a und Füllerkreuz sind auffallend hoch, Ursache: starke Kaolinanteile. — In den Porphyrostadien, z. B. Quarzporphyren mit ungestörter orthomagmatischer Entwicklung aus Quarz, Feldspäten und wenig Biotit wird $t = 0$; wo sich dennoch für Quarzporphyre kleine t-Überschüsse zeigen, etwa zwischen 0 und 10 liegend, da kann man oft im Schriff teilweise Kaolinisierung der Feldspäte erkennen; das ist aber nicht Porphyroidisierung, obgleich Kaolinbildung an der Porphyroidisierung teilhaben kann, wie etwa in 9 a, zusammen mit Turmalin.

Ausmaße der Biotitmengen, welche Porphyroiden
zukommen können

Fragestellung: Wenn für Porphyroide auf Grund der Werte $Fe'' + Mg$ eine Biotitvariante aufgebaut wird, wie groß kann denn die normative Biotitmenge ausfallen? Diese errechnete Biotitmenge läßt ja auch Schlüsse über Biotitbeteiligung in der orthomagmatischen Phase, durch welche die Porphyroide hindurchgegangen sind. Wir verfügen derzeit über folgende Angaben:

Tabelle 10: Beispiele für normative Biotit- und Chloritmengen

Porphyroid	Gew.-%		Atomprop.		Normative	
	FeO	MgO	Fe''	Mg	Biotitmenge	Chloritmenge
Füllerkreuz	0,31	1,07	4	27	4,70 N.-%	3,53 N.-%
Torfberg	0,10	0,09	1	2	0,50	0,36
9a	0,32	0,30	4,3	7,4	1,89	1,07
9b	0,86	1,22	12	22	5,42	3,57
10a	2,95	1,71	41	68,5	17,49	13,58

Die repräsentativen Fälle sind durch recht niedere Biotit- bzw. Chloritgehalte charakterisiert. Torfberg liegt besonders niedrig, Fall 9 a scheint häufiger vorzukommen, 9 b und Füllerkreuz mögen noch in jener Differenzationsbreite liegen, die man normalen orthomagmatischen Quarzporphyren und davon stammenden Porphyroiden zuerkennen darf. Aber 10 a springt aus der Reihe, Ursache ist die „Vergrünung“. Quarzporphyre mit entsprechend hohen Biotitführungen gibt es nicht, und Porphyroide mit so hohen Chloritgehalten wie oben normativ angegeben, erwerben diese erst sekundär, vermittels Stoffwechsel.

Bedeutung der totalen Kalkmengen gegenüber jenen
im Anorthit der Plagioklase

Reste erkennbar primärer Porphyrplagioklase gibt es in den fünf hier diskutierten Fällen nicht; es fehlen auch gefüllte Plagioklase mit echter Fülle, aus denen man Primärplagioklase zurückrechnen könnte. Wenn man trotzdem aus dem Chemismus Auskünfte über Primärplagioklase gewinnen will, muß man erheben, wieviel Ab für die untersuchte Jetztform zur Verfügung steht, wieviel CaO der Gesteinschemismus überhaupt für Anorthitbildung zu bieten hat, und wieviel davon tatsächlich für den Anorthitanteil verwendet werden darf.

Unsere Porphyroide bieten im ausgereiften Zustand mittels folgender Phasen Kalk an: Gips, Titanit, Kalkspat, Apatit, Margarit. Unserer Überlegung nach ist Margarit eine Basis für Anorthit-Rekonstruktion; was dazu sonst noch an CaO gebraucht wird, kann aus Calcit oder / und Titanit und schließlich auch aus Gips bezogen werden und wird dabei kaum aufgebraucht, das sind also wohl zugeführte CaO-Beträge, die primär nicht in den lokalen

Plagioklasen zu Hause waren. Jedenfalls kann man Albit aus Pg zurückgewinnen und eventuell noch im Porphyroid verbliebenes Ab dazuzählen. Man erhält dann folgendes Bild der Verhältnisse:

Tabelle 11: Ca und Plagioklasse in Porphyroiden

Gestein	Ca total	Na	Plagioklas daraus	aus normat. Margarit + Pg	Beobachtet:
9a	11	21	An _{34,4}	An _{8,0}	kein Plagioklas
9b	23	13	An _{63,9}	An _{20,3}	etwas Albit
10a	30	42	An _{41,7}	An _{12,5}	rund An ₁₀
Torfberg	5	3	An _{62,5}	An _{00,0}	Ab in Kalifeldsp.
Füllerkreuz	5	58	An ₈	An ₈	An ₁₀

Für Torfberg und Füllerkreuz haben wir vergleichbare Epinormen berechnet, aus welchen wir die Angaben von oben entnehmen konnten. Alle Beobachtungen deuten darauf hin, daß eine Plagioklasberechnung auf Grund des totalen Ca zu Plagioklasen führt, die Quarzporphyren nicht angemessen sind, durch Relikte nicht belegt werden können und zumindest den Erfahrungen an Porphyroiden nicht entsprechen.

Hingegen sind jene An-Werte, die sich durch Ableitung von An aus der Margaritkomponente des Serizitfilzes ergaben, annehmbar. Darnach würde An der Plagioklasse aus der orthomagmatischen Phase zwischen An_{0,0} und An_{12,5} ausnahmsweise auch um An₂₀ liegen. Das entspräche auch Angaben, wie man sie bei TRÖGER (43) über Quarzporphyre findet.

Die außerhalb der Margaritkomponente an SO₃, CO₂ und Titanit gebundenen CaO-Beträge stammen also nicht unbedingt aus der orthomagmatischen Phase des näheren Muttergesteinsbereiches, insbesondere nicht aus deren Anorthitgehalt, für Apatit braucht man das nicht erst betonen, sondern sie kommen zum Teil aus karbonatisch zugeführten Anteilen der porphyroidisierenden Lösung und einer schwachen Epigenese.

Der Fragenkomplex der Vergrünung

Vergrünung ist ein Sonderfall der Porphyroidisierung, von der sie sich nicht qualitativ, sondern nur quantitativ abhebt. Porphyroidisierung besteht darin, daß der Kornsortenbestand von Porphyren, besonders Quarzporphyren einer Umwandlung verfällt, die in dem weiten Rahmen, wie ihn BURRI (53) umreißt, als „epizonal“ klassifiziert werden kann, aber einige besondere fazielle Merkmale hat. Porphyroide sind so wenig kristalline Schiefer, wie vergrünte Diabase. Jene kristallinen Schiefer, die aus Porphyren und Porphyroiden regional-epimetamorph hervorgehen, sind die Orthoserizitschiefer verschiedener Arten. Porphyroide und Orthoserizitschiefer sind im Sinne von ESKOLA's Korrespondenzprinzip (8) in der Mineralzonen-Stellung und mineralfaziell nahe verwandt, aber Porphyroide sind noch magmatische Fazies, Orthoserizitschiefer sind regionalmetamorph-, orometamorphe“ Fazies, CORNELIUS (6).

Gegenüber der „orthomagmatischen“ Porphyrfazies sind die Porphyroide „hypomagmatische Fazies“, SZADÉCKY-KARDOSS (42).

Wir kennen Bereiche, wo Porphyroide und porphyrogene Orthoserizit-schiefer nebeneinander vorkommen, wie z. B. in der obersteirischen Grauwackenzone. Porphyrogener Orthoserizitschiefer entspricht sinngemäß der Bezeichnung „diabasischer Grünschiefer“. Einen anderen derartigen Bereich gibt es im Besimauda-Massiv Oberitaliens. Analog wie wir unsere Quarzporphyr-Abkömmlinge bisher großzügig als Porphyroide unter einen Hut brachten, ob das nun im Sonderfall ein Hypomagmatit oder ein kristalliner Schiefer war, faßte FRANCHI derlei Gesteine als „Besimaudite“ zusammen. Vgl. dazu (30), Literatur. Die Bezeichnung prägte freilich schon ZACCAGNA, siehe Fußnote bei ROSENBUSCH, Elemente der Gesteinslehre 1901, S. 452; er verstand darunter allerdings die Besimaudite als „gneisartige Talkgesteine“; das ist nicht weit weg vom „Blasseneck-Gneis“ der obersteirischen Grauwackenzone, der ja auch eine analoge Stellung hat.

Porphyroidisierung besteht qualitativ darin, daß Porphyrfeldspäte, ob Einsprenglinge, Felsit, mikrogranitische Grundmasse oder isochemes Gesteinsglas, serizitisiert werden, und es wurde an drei Beispielen aufgezeigt, was dieser Serizit ist; außerdem werden die Muttergesteins-Biotite chloritisiert, in unseren Fällen ist der Chlorit ein Delessit, der sich an Mg-Prochlorite anschließt. Dabei werden die Originalstrukturen weitgehend bewahrt; in den Rahmen der Porphyroidisierung gehören auch Umsetzungen mit Borsäure, die zur Turmalinbildung führen, Titanitbildung, Einführen von Pyrit und Kalkspat, aber von großer Bedeutung ist dabei der Stoffplatzwechsel; Porphyroide sind im reifen Zustand, d. h. wenn aller Feldspat und Biotit umgesetzt worden ist, weit davon entfernt, mit ihrem Ausgangsgestein isochem zu sein. Darüber wurde weiter oben schon einiges ausgeführt, aber es kann kaum eindringlich genug mehrmals darauf hingewiesen werden. Die Intensität der stofflichen Verschiebungen erheischt eine besondere Behandlung. Grundsätzlich muß man sie erst rein chemisch betrachten, hernach aber auch aus dem Blickpunkt der dabei auftretenden Volumeffekte, wie das z. B. für andere Gesteinsarten F. TURNER (45) vorgeführt hat.

Die Reaktionsprodukte brauchen im Porphyroid mehr Raum, als das umgesetzte Porphyrvolumen bieten kann; daher muß ein Teil davon abziehen und sich in anderen, auch anschließenden Räumen, die Gefügelockerungen, Poren, Riß-Spalten und dgl. besitzen, mineralisieren. Es kann z. B. in einem Porphyroid nicht mehr Chlorit pseudomorph nach Biotit verbleiben, als es der Biotitraum des Mutterporphyrs geben kann, auch nicht mehr Serizit nach Feldspäten, als es die Feldspatkornräume zulassen. Der Stoffüberschuß, der abgeschoben wird, kann sich nach Löslichkeiten differenzieren und konzentrieren, die Konzentrate können in Poren, Rissen, Spalten, Filzmaschen gesammelt und niedergeschlagen werden oder sie können lockere Gewebe imprägnieren. So findet man dann in Porphyroidräumen segregative Quarzadern oder Chloritimpregnationen, die das kennzeichnendste Moment der Vergrünung ausmachen. — Wie aus HANSELMAYERS und eigenen Beobachtungen belegt werden konnte, ist im allgemeinen der B- und damit der Turmalin Gehalt von Porphyroiden klein; aber in Fällen wie Muster 9 a stellen sich unvermittelt lokale, imprägnative Häufungen von Turmalin ein, die mit Vergrünung parallelisiert werden dürfen. Zugeführt wurde zunächst wohl nicht Turmalin, sondern Borsäure; aber

die Turmalinkonzentration beruht wohl auch auf einer Wanderung turmalinbauender Abfallstoffe der Porphyroidisierung im Verein mit Borsäure-Einwirkungen und Ausfällung an günstigen, porigen bis lockerfilzigen Gewebeteilen.

Dies alles wurde deshalb so breit erörtert, weil wir uns mit der Frage beschäftigen, wie unsere Porphyroide 9 a, 9 b und 10 a im unmittelbar vorangegangenen Quarzporphyrstadium ausgesehen haben mögen, wenn ihre hypomagmatische Entwicklungsphase ausgeblieben wäre.

Rückführung der aktuellen hypomagmatischen Fazies auf die orthomagmatische = der porphyroidischen auf die quarzporphyrische Fazies.

Die porphyroidische unterscheidet sich von der quarzporphyrischen Fazies in petrochemisch-petrographischer Hinsicht in folgenden Stücken: Sie ist reich an H_2O+ , ihr quarzporphyrisches Gegenstück ist daran arm; sie ist reich an Serizit, ihr Gegenstück ist im Endfall frei davon; sie ist im Endfall feldspatfrei, ihr Gegenstück ist daran tatsächlich oder — im Falle von Grundmasseglass — potentiell reich; sie enthält bestenfalls noch opazitische Ruinen von Biotit, meist aber an Stelle dessen einen Chlorit, das Gegenstück führt Biotit und / oder Opazit; sie enthält noch einige geringmengenige, aber charakteristische Kornsorten, wie Pyrit, Kalkspat, Titanit, gelegentlich auch eine Art Schachbrettalbit, im Gegenstück gibt es dafür Ilmenit, Hämatit und Magnetit.

Die porphyroidische Fazies kann einen Turmalin mit bestimmten Eigenschaften enthalten, welcher für einen Chlorit eintritt (Fall 9 a), aber im orthomagmatischen Porphyrmilieu wurde ein solcher Turmalin noch nicht gemeldet.

Durch den Zugriff LASKOVIC' haben wir auch epigene Reaktionen an Porphyroiden kennengelernt: Pyritoxydation, Produktion von Schwefelsäure und über diese Ferrisulfat, Gips, Magnesiumsulfat, und wir haben diese Prozesse von entwicklungsgeschichtlich andersartigen isoliert.

Das alles war notwendig, um dem großen Problem nachgehen zu können, welche stofflichen und mineralogischen Umwälzungen sich vollziehen müssen, wenn aus einem Porphyry ein Porphyroid werden soll und umgekehrt. Den Weg Porphyroid \rightarrow Porphyry nennen wir „Rückführung“. Wir verfolgen ihn mittels physiographischer Feststellungen, z. B. Pseudomorphosierungen und petrochemischen Formulierungen: den „Rückführungsgleichungen“.

Wir lassen geochemische Erfahrungen bei der Art und Weise, wie wir „rückführen“, mitsprechen, so z. B. die Erfahrung, daß sich die chemischen Elemente bei Migrationen quantitativ sehr verschieden verhalten. Wir benutzen als Arbeitshypothese den Ansatz, daß bei diesen Überführungen nicht allein Al praktisch konstant erhalten wird, sondern in nächster Linie auch Ba und Ti, unter unseren besonderen Verhältnissen in dritter Linie auch Fe" und Mg, und weiters auch der in der Porphyry-Phase ausgeschiedene Quarz. Was stark wandert, und zwar aus silikatischen Phasen, sind die Kationen Ca, Na und K, und in Betracht kommen als Phasen die Feldspäte, von den Mafiten in unseren Fällen dann nur noch der Biotit. In diese Phasen sind die genannten Kationen wohl nicht gleichstark eingebunden, aber die Einzelheiten dieser Problematik sind für uns noch unlösbar, so daß wir bei den Rückführungen zunächst einmal davon absehen und methodisch vereinfachen.

Vorerst stellen wir jene „Rückführungsgleichungen“ bereit, die sich auf unsere Fälle durchgehend und in gleicher Weise anwenden lassen, von welchen wir aber glauben, daß man sie auch auf zahlreiche andere Porphyroidfälle analog anwenden wird können.

Tabelle 12: Rückführungsgleichungen

Gl. 1:	Muskovit	Rückfuhr	Orthoklas
	$H_2KAl_3Si_3O_{12}$	$+ (K_2O + 6 SiO_2)$	$= 3 KAlSi_3O_8 + H_2O \uparrow$
	7 Ms	+ 2 K + 6 Si	15 Or + $(H_2O) \uparrow$
Gl. 2:	Paragonit	Rückfuhr	Albit
	$H_2NaAl_3Si_3O_{12}$	$+ (Na_2O + 6 SiO_2)$	$= 3 NaAlSi_3O_8 + H_2O \uparrow$
	7 Pg	+ 2 Na + 6 Si	15 Ab + $(H_2O) \uparrow$
Gl. 3:	Margarit	Rückfuhr	Anorthit
	$H_2CaAl_4Si_2O_{12}$	$+ (CaO + 2 SiO_2)$	$= 2 CaAl_2Si_2O_8 + H_2O \uparrow$
	7 Marg	+ Ca + 2 Si	10 An + $(H_2O) \uparrow$
Gl. 4:	Öllacherit	Celsian	verfügbar
	$H_2BaMgAl_2Si_3O_8$	$= BaAl_2Si_2O_8 + (MgO + SiO_2) + H_2O \uparrow$	
	7 Öll	5 Cels + Mg + Si	+ $(H_2O) \uparrow$
Gl. 5:	Turmalin	Rückfuhr	Biotit
	$H_4NaMg_3Al_6Si_6O_{33}B_3$	$+ (\frac{5}{2} K_2O + 12 SiO_2)$	$= H_2KMg_3AlSi_3O_{12}$
	19 Turm	+ 5 K + 12 Si	8 Bi
	Mg vertretbar durch Fe ²⁺ . Grenzfälle: Dravit- und Schörl-Endglieder.		+ $NaAlSi_3O_8$
			5 Ab
			+ $4 KAlSi_3O_8$
			20 Or
			+ 3 B \uparrow
			+ $(H_2O) \uparrow$
Gl. 6:	Kaolinit	Rückfuhr	Orthoklas
	$H_4Al_2Si_2O_8$	$+ (K_2O + 4 SiO_2)$	$= 2 KAlSi_3O_8 + 2 H_2O \uparrow$
	4 Kaol	+ 2 K + 4 Si	10 Or + $2 (H_2O) \uparrow$
Gl. 6a:	Kaolinit	Rückfuhr	Anorthit
	$H_4Al_2Si_2O_8$	+ CaO	$CaAl_2Si_2O_8 + 2 H_2O \uparrow$
	4 Kaol	+ Ca	5 An + $2 (H_2O) \uparrow$

Fortsetzung zu Tabelle 12:

Gl. 7:	Antigorit	Muskowit	Rückfuhr
	$H_2Mg_{1,5}SiO_{4,5}$	$+ HK_{0,5}Al_{1,5}Si_{1,5}O_6$	$+ 0,5 K_2O$
	2,5 Ant	+ 3,5 Ms	+ K
	Biotit	Orthoklas	
	$= HK_{0,5}Mg_{1,5}Al_{0,5}Si_{1,5}O_6$	$+ KAlSi_3O_8$	$+ H_2O \uparrow$
	4 Bi	5 Or	$+ (H_2O) \uparrow$
Gl. 8:	Amesit	Rückfuhr	Biotit
	$H_6Mg_3Al_3Si_{1,5}O_{13,5}$	$+ (1,5 K_2O + 7,5 SiO_2) =$	$H_2KMg_3AlSi_3O_{12}$
	7,5 At	+ 3 K + 7,5 Si	8 Bi
			Orthoklas
			+ 2 KAlSi_3O_8
			10 Or
			+ 2 (H_2O) \uparrow
Gl. 9:	Antigorit	Paragonit	Rückfuhr
	$H_4Mg_3Si_2O_9$	$+ H_2NaAl_3Si_3O_{12}$	$+ (0,5 Na_2O + 0,5 K_2O + 4 Si) =$
	Biotit	Albit	
	$H_2KMg_3AlSi_3O_{12}$	$+ 2 NaAlSi_3O$	$+ 2 H_2O \uparrow$
	Bi	+ 10 Ab	+ 2 (H_2O) \uparrow
Gl. 10:	Amesit	Rückfuhr	Biotit
	$H_6Mg_3Al_3Si_{1,5}O_{13,5}$	$(Na_2O + 0,5 K_2O +$	$H_2KMg_3AlSi_3O_{12}$
	7,5 At	$+ 7,5 SiO_2) =$	8 Bi
		+ 2 Na + K	Albit
		+ 7,5 Si	+ 2 NaAlSi_3O_8
			10 Ab
			+ 2 H_2O \uparrow
			+ 2 (H_2O) \uparrow
Gl. 11:	Amesit	Rückfuhr	
	$H_6Mg_3Al_3Si_{1,5}O_{13,5}$	$+ Ca (CO_3)$	$+ 0,5 K_2O$
	7,5 At	+ Ca	+ K
	Biotit	Anorthit	
	$= H_2KMg_3AlSi_3O_{12}$	$+ CaAl_2Si_2O_8$	$+ 2 H_2O \uparrow$
	8 Bi	+ 5 An	+ 2 (H_2O) \uparrow
			+ CO_2 \uparrow
			+ (CO_2) \uparrow

In allen Fällen ist Mg vertretbar durch Fe²⁺; Mn²⁺ fällt wegen der zu geringen Beteiligung aus.

Die Gleichungen 1—11 halten im Sinne der vorangegangenen Erörterungen Al und Fe²⁺, Mg konstant. Anteile von Fe³⁺ wechseln vom Porphyrstadium bis in das Porphyroidstadium die Valenz, was in den Rückführungsplänen und zuständigen Textorten noch ersichtlich gemacht wird.

Quarz, auffällig ist das besonders an den „Porphyrquarzen“ zu sehen, ist in der Porphyroidphase quasi stabiles Relikt aus der Porphyrphase. HANSELMAYER hat aber schon in (21) dartun können, daß eine Rückführung, die auch nur Grundmassequarz des Porphyrs verbrauchen würde, zu keinem befriedigenden Ergebnis führt, indem der SiO₂-Gehalt der Quarzporphyrs zu niedrig ausfällt.

Für Rückführungsversuche muß zunächst die Ausgangsanalyse bzw. deren Auswertung gemäß unseren Vorerörterungen „vorgerichtet“ werden. Alles was erst Epigenese und Porphyroidisierung zuwachsen ließen, muß aus der Rückführungsrechnung ausgeschieden werden. — Z. B. muß SO₃ der Sulfate zu S reduziert und in Pyrit der porphyroidischen Phase gebunden werden; der damit konstruierte Pyrit aber muß abgerechnet werden. Von dem Ca, das Gips, Kalkspat und Titanit eventuell bieten, darf nur soviel Ca in die Rückführung eintreten, als nötig, um aus Margarit den Anorthit wieder auf-

Tabelle 13:

Vorrichtung:

Atomprop.	Pr	aus		aus Goe	Tn	Turm	Öll
		A	Ki				
Si	1176				8	19,8	1,8
Ti	8				8		
Al	361					19,8	1,2
Fe ³⁺	12	1,8		10,2		4,3	
Fe ²⁺	4,3						
Mg	7,4		1,2			5,6	0,6
Ca	11		1,2		8		
Ba	0,6						0,6
Na	21					3,3	
K	83						
S	3,6						
B	9,9					9,9	
H+	314					3,2	1,2

zubauen. Mg aus Kieserit kann beim Biotit-Wiederaufbau verwendet werden, ebenso Si aus dem Titanit. Aber CO_2 und B müssen eliminiert werden. Der Porphyroidchemismus wird also zunächst gereinigt und erlebt eine Neuauf-
lage; erst diese geht in die Rückführung ein.

Mittels der Rückführungsgleichungen gewinnt man aus Ms, Pg, Marg und Oll Feldspäte zurück, wie Or, Ab, An, Cels. — Or wird auch aus Kaol, der besonders in Orthoklas von uns festgestellt wurde, rückgerechnet; die Chlorit- und Turmalin-Rückrechnung führt auf Biotit, wobei aus dem Turmalin auch etwas Ab und Or anfällt. Das ist grundsätzlich der Vorgang bei den Rück-
führungen.

Daraus erhält man eine rekonstruierte Porphyr-Norm in Form einer modenahen Biotitvariante einer Katanorm; sie ermöglicht die Rückrechnung ihrer quantitativen Analyse, liefert die neuen NIGGLI-Parameter, neue L-M-Q, und nun erst lassen sich petrochemische Vergleiche mit orthomagmatischen Quarzporphyren und Verwandten durchführen.

Wie alle normierten Verfahren ist auch dieses bis zu einem gewissen Grad schematisch, man gewinnt nur Näherungswerte, aber diese kommen schon befriedigend an die natürlichen Verhältnisse heran, und man kann die verschiedenen Fälle mit vielen Vorteilen untereinander vergleichen.

Rückführung von 9a

Marg	Ms	Pg	Kaol	Q
3,6	249	53,1	30,7	810
7,2	249	53,1	30,7	
1,8		17,7		
	83			
3,6	166	35,4	61,4	

Durchführung: Erfordernisse:

Si		9,9	39,6	9,9	1,2	7,2	790,8	159,3
Ti	8							
Al		3,3	13,2	3,3	1,2	7,2	263,6	53,1
Fe ⁺⁺⁺	8							
Fe ⁺⁺				4,3				
Mg				5,6				
Ca						3,6		
Ba					0,6			
Na		3,3						53,1
K			13,2	3,3			263,6	
H+				6,6				
	Ilm	Ab	Or	Bi	Cels aus Öll	An aus Marg	Or aus Ms+ Kaol	Ab aus Pg
		aus Turm						

NIGGLI-Parameter nach Rückführung

si al fm c alk k mg p s ti t
 485,43 47,14 5,70 3,03 44,13 0,83 0,34 0,0 0,0 2,1 0 (p = P₂O₅)

Normativer Plagioklas: Albitoligoklas mit An_{16,3}
 Fe/Fe + Mg: 46,9 At.-%

L M Q
 40,36 1,58 58,06

Katanorm-Biotit-Variante:

Ilm	An	Ab	Cels	Or	Bi	Q
0,62	2,12	10,90	0,11	53,50	1,43	31,32
	13,02		53,61			
	66,63					

				Atomprop.	Gew.-%	
14,8	1,8	818**	2,1	1854,6	75,50	SiO ₂
				8	0,43	TiO ₂
14,8	0,6		0,7	361	12,45	Al ₂ O ₃
				8	0,43	Fe ₂ O ₃
			2,2	6,5	0,32	FeO
	1,8			7,4	0,20	MgO
7,4				11	0,43	CaO
				0,6	0,06	BaO
				56,4	1,18	Na ₂ O
	0,6		0,7	281,4	8,94	K ₂ O
	1,2		1,5	9,3	0,06	H ₂ O+
An aus Kaol	Bi aus Ki+ Öll	Q aus Por- phy- roid	Bi aus Fe'' Rest		100,00	Analyse nach Rück- führung*

Im Falle einer
Einfeldspatphase

Or	80,30 Norm-%
Cels	0,16
Ab	16,36
An	3,18

100,00 Norm-%

Der Vergleich der Atomproportionen der Vorrichtungstabelle, linke Eckkolonne, und in der Rückführungstabelle, vorletzte Kolonne rechts, zeigt die notwendigen stofflichen Veränderungen. — So auch in den folgenden Tabellen 14 und 15 für die Fälle 9b und 10a.

* Die Gew.-% der rückgeführten Analyse beziehen sich auf die Oxyde.

** Einschließlich 8 Si aus Tn.

Tabelle 14:

Vorrichtung:

Atomprop.		Pr	Ap	aus		aus Goe	aus Cc	Ru
				A	Ki			
Si	1204							
Ti	5							5
Al	289							
Fe ³⁺	16	5,5				10,5		
Fe ²⁺	12							
Mn	—							
Mg	22				0,5			
Ca	23		1,7	9			9	
Ba	0,2							
Na	13							
K	75							
S	11							
CO ₂	9							
P	1		1					
H+	280					10,5		

Rückführung von 9b

Öll	Marg	Ms	Pg	Ab	aus Chlo		Q
					Ant	At	
0,6	6,6	225	34,5	4,5	12,6	7,2	913
0,4	13,2	225	34,5	1,5		14,4	
					6,8	5,2	
0,2					12,1	9,2	
0,2	3,3						
		75	11,5	1,5			
0,4	6,6	150	23,0		25,2	28,8	

Durchführung: Erfordernisse:

Si			0,4	13,2	18,9	14,4	37,8	28,8
Ti		5						
Al			0,4	13,2	6,3	4,8	12,6	9,6
Fe ³⁺		5						
Fe ²⁺					18,9	14,4		
Mg								
Ca	1,7			6,6				
Ba			0,2					
Na								
K					6,3	4,8	12,6	9,6
P	1,0							
H+					12,6	9,6		
	Ap	Ilm	Cels aus Öll	An	Bi aus Ant	Bi At	Or aus Ant	Or At — Reaktion

NIGGLI-Parameter nach Rückführung

si al fm c alk k mg p s ti t (p = p₂O₅)
 522,97 43,1 13,3 2,5 41,1 0,87 0,49 0,3 0,0 1,5 0

Normativer Plagioklas: Albitoligoklas mit An_{15,5}
 Fe/Fe + Mg: 50,6 Atom-%

L M Q
 35,63 3,14 61,23

					Atomprop.	Gew.-%	
612	4,5	103,5	6,3	912,8	1752,6	77,86	SiO ₂
					5	0,30	TiO ₂
204	1,5	34,5	2,1		289	10,91	Al ₂ O ₃
					5	0,30	Fe ₂ O ₃
			6,2		17,5	0,92	FeO
					22	0,66	MgO
					8,3	0,34	CaO
					0,2	0,02	BaO
	1,5	34,5			36	0,83	Na ₂ O
204			2,1		239,4	7,59	K ₂ O
					1,0	0,09	P ₂ O ₅
			4,2		26,4	0,18	H ₂ O+
Or aus Ms	Ab	Ab aus Pg	Bi aus Resten	Q		100,00	Analyse nach Rück- führung*

Katanorm-Biotit-Variante

Ap	Ilm	An	Ab	Cels	Or	Bi	Q
0,11	0,42	1,39	7,58	0,04	47,60	4,44	38,42

Im Falle einer
Einfeldspatphase:

Or	84,08 Norm-%
Cels	0,07
Ab	13,39
An	2,46

100,00 Norm-%

* Die Gew.-% der rückgeführten Analyse beziehen sich auf die Oxyde.

Tabelle 15:

Vorrichtung:

Atomprop.		Pr	Ilm	aus Bi	A	aus Cc	Tn	Öll
Si	1102						2	1,8
Ti	6		6					
Al	311							1,2
Fe ^{'''}	14	4,5	6	3,5				
Fe ^{''}	41							
Mg	69				}			0,6
Ca	30					24		
Ba	0,6							0,6
Na	42							
K	62							
CO ₂	(15)							
S	9	9,0						
H+	(374)							1,2

Rückführung von 10a, Versuch I

Marg	Ant	At	Ms	Ab	Pg	Q
12	39,5	25,2	186	114,75	11,25	711,5*
24		50,3	186	38,25	11,25	
6	22,2	18,8				
	37,0	31,5				
			62	38,25	3,75	
12	79	100,6	124		7,50	
	Chlorit mit Ant = 44 Formel-% Fe/Fe + Mg = 37,44 Atom-%					

* Einschließlich 2 Si aus Tn.

Durchführung: Erfordernisse:

Si		1,2	24	59,3	50,3	3,9	118,5	100,5	376,5
Ti	6								
Al		1,2	24	19,7	16,8	1,3	39,5	33,5	125,5
Fe ³⁺	6								
Fe ²⁺				59,2	50,3	4,0			
Mg									
Ca			12						
Ba		0,6							
Na									
K				19,7	16,8	1,3	39,5	33,5	125,5
H+				(39,4)	(33,6)	(2,7)			
	Ilm	Cels aus Öll	An	Bi Ant	Bi aus At	Bi Rest	Or Ant	Or aus At	Or Ms-R.
	12	3,0	60	302,5			994,5		

NIGGLI-Parameter nach Rückführung

si al fm c alk k mg p s co₂ ti t
 365,8 35,68 27,44 2,75 34,13 0,83 0,58 0,0 0,0 0,0 1,4 0,0

Normativer Plagioklas: Albitoligoklas mit An_{19,5}

Fe/Fe + Mg: 39,2 Atom-%

L M Q
 38,17 7,99 53,84

			Atomprop.	Gew.-%	
114,75	33,75	711,5	1594,1	71,87	SiO ₂
			6	0,36	TiO ₂
38,25	11,25		311	11,91	Al ₂ O ₃
			6	0,36	Fe ₂ O ₃
			44,5	2,40	FeO
			69	2,09	MgO
			12	0,51	CaO
			0,6	0,07	BaO
38,25	11,25		49,5	1,16	Na ₂ O
			236,3	8,76	K ₂ O
			(75,7)	0,51	H ₂ O
Ab	Ab aus Pg	Q		100,00	
247,5		711,5		Analysen Rück- führung*	

Katanorm-Biotit-Variante:

Ilm	An	Ab	Cels	Or	Bi	Q
0,50	2,57	10,63	0,13	42,62	13,00	30,55

Im Falle einer Einfeldspatphase:

Or	76,16 Norm-%
Cels	0,24
Ab	19,00
An	4,60
<hr/>	
100,00 Norm-%	

* „Die Gew.-%“ der rückgeführten Analyse beziehen sich auf die Oxyde.

Vorrichtung:
Atomprop.

Tabelle 16:

	Pr	Ilm	Reste	Öll	Marg	Ant	At	Ms
Si			2,0	1,8	12	9,86	6,29	186
Ti		6						
Al				1,2	24		12,75	186
Fe ^{'''}	4,5*	6						
Fe ^{''}			3,5			5,55	4,70	
Mg			0,5	0,6		9,25	7,87	
Ca			24,0*		6			
Ba				0,6				
Na								
K								62
CO ₂			24,0					
S	9,0							
H+				1,2	12	19,72	25,16	124

* zu eliminieren

Rückführung von 10a, Versuch II, Aufhebung der Vergrünung

Ab	Pg	Q	Atomprop.
114,75	11,25	711,5	1055,45
			6
38,25	11,25		273,45
			6
			13,75
			18,22
			6,00
			0,60
38,25	3,75		42,00
			62
			—
			—
	7,50		—

Um die Vergrünung aufzuheben, wurden $\frac{3}{4}$ der Chloritmenge des vergrünerten Gesteins 10a eliminiert; außerdem wurden die mit der Vergrünung gekommenen Mengen Pyrit, also auch etwas Fe_2O_3 (Goethit nach Pyrit) und Anteile von Ca aus der Rechnung gezogen. Dies ist beim Vergleich der obigen Tabelle mit der Durchführungstabelle überschaubar.

Durchführung: Erfordernisse:

	Ilm	Cels	An	Biotit aus			Orthoklas	
				Ant	At	Reste	Ant	At
Si		1,2	24	14,80	12,57	4,5	29,6	25,14
Ti	6							
Al		1,2	24	4,93	4,19	1,5	9,87	8,38
Fe ⁺⁺⁺	6							
Fe ⁺⁺				14,80	12,57	4,6		
Mg								
Ca			12					
Ba		0,6						
Na								
K				4,93	4,19	1,5	9,87	8,38
H+				9,86	8,38	3,0		
	Ilm 12	Cels 3,0	An 60	Biotit 85,08			Ortho- 939,84	

NIGGLI-Parameter nach Rückführung

si al fm c alk k mg p s co₂ ti t
 475,8 43,90 12,20 4,05 39,85 0,80 0,43 0,0 0,0 0,0 1,9 0,0

Normativer Plagioklas: Albitoligoklas An₁₉

Fe/Fe + Mg: 43 Atom-%

 L M Q
 37,98 3,06 58,96

aus Ms	aus Albit		Q	Atomprop.	Gew.-%	
	Ab	Pg				
509,1	114,75	33,75	711,5	1480,91	75,93	SiO ₂
				6	0,41	TiO ₂
169,7	38,25	11,25		273,27	11,67	Al ₂ O ₃
				6	0,41	Fe ₂ O ₃
				13,75	0,85	FeO
				18,22	0,63	MgO
				12	0,57	CaO
				0,6	0,08	BaO
	38,25	11,25		49,5	1,31	Na ₂ O
169,7				198,57	7,98	K ₂ O
				21,24	0,16	H ₂ O+
klas	Albit		Q		100,00	
	247,50		711,5		Analyse n. Rück- führung*	

Katanorm-Biotit-Variante:

Ilm	An	Ab	Cels	Or	Bi	Q
0,58	2,91	12,02	0,14	45,65	4,14	34,56
	14,93		45,79			
	60,72					

Im Falle einer Einfeldspatphase:

Or	75,20 Norm-%
Cels	0,20
Ab	19,80
An	4,80
	<u>100,00 Norm-%</u>

* Die „Gew.-%“ der rückgeführten Analyse beziehen sich auf die Oxyde.

Tabelle 17: Zusammenstellung der Rückführungsversuche, A bis E
A. Rückgeführte Analysen

Gew.-%	9a	9b	10a(I)	10a(II)
SiO ₂	75,50	77,86	71,87	75,93
TiO ₂	0,43	0,30	0,36	0,41
Al ₂ O ₃	12,45	10,91	11,91	11,67
Fe ₂ O ₃	0,43	0,30	0,36	0,41
FeO	0,32	0,92	2,40	0,85
MgO	0,20	0,66	2,09	0,63
CaO	0,43	0,34	0,51	0,57
BaO	0,06	0,02	0,07	0,08
Na ₂ O	1,18	0,83	1,16	1,31
K ₂ O	8,94	7,59	8,76	7,98
P ₂ O ₅	—	0,09	—	—
H ₂ O+	0,06	0,18	0,51	0,16
	100,00	100,00	100,00	100,00

B. Rückgeführte Katanorm-Biotitvarianten

Norm-%	9a	9b	10a(I)	10a(II)
Apatit	—	0,11	—	—
Ilmenit	0,62	0,42	0,50	0,58
Albit	10,90	7,58	10,63	12,02
Anorthit	2,12	1,39	2,57	2,91
Celsian	0,11	0,04	0,13	0,14
Orthoklas	53,50	47,60	42,62	45,65
Biotit	1,43	4,44	13,00	4,10
Quarz	31,32	38,42	30,55	34,56
Plagioklas	An _{16,3}	An _{15,0}	An _{19,5}	An _{19,0}
Fe ²⁺ /Fe ³⁺ + Mg (Atom-%)	46,9 %	50,6 %	39,2 %	43,0 %

C. Rückgeführte Feldspäte

Normativ	9a	9b	10a(I)	10a(II)
Or	80,30	84,08	76,16	75,2
Cels	0,16	0,07	0,24	0,2
Ab	16,36	13,39	19,00	19,8
An	3,18	2,46	4,60	4,8
	100,00	100,00	100,00	100,00

D. NIGGLI-Parameter LMQ

Originalwerte:

Rückführungswerte:

	9a	9b	10a
L	20,21	16,44	20,01
M	16,07	17,21	21,56
Q	62,82	66,35	58,42

	9a	9b	10a(I)	10a(II)
L	40,36	35,63	38,17	37,98
M	1,58	3,14	7,99	3,06
Q	58,06	61,23	53,84	58,96

E. Rückführungen im Spiegel der
NIGGLI'schen Parameter si, al, fm, c, alk usw.

Originalwerte:

Rückführungswerte:

	9a	9b	10a	9a	9b	10a(I)	10a(II)
si	433,2	460,0	304,9	485,43	522,97	365,80	475,80
al	67,40	55,19	43,01	47,14	43,10	35,68	43,90
fm	8,85	19,17	34,30	5,70	13,30	27,44	12,20
c	4,33	8,82	8,30	3,03	2,50	2,75	4,05
alk	19,42	16,82	14,39	44,13	41,10	34,13	39,85
k	0,80	0,85	0,60	0,83	0,87	0,83	0,80
mg	0,31	0,44	0,56	0,34	0,49	0,58	0,43
ti	3,00	1,90	1,66	2,10	1,50	1,40	1,90
t	43,65	29,55	20,32	0,0	0,00	0,0	0,0

Diskussionen zu den Rückführungen

Die Rückführungen sind in den Tabellen 13 bis 16 gemäß den S. 24 bis 28 entwickelten Regeln und Gleichungen ausgeführt und überprüfbar. — Wie in den Fällen 9 a, 9 b und 10 a kleine Anteile von Fe_2O_3 auf FeO rückzurechnen sind, weil sie für Biotit benötigt werden, soll ein Beispiel explizit aufzeigen:

9 b: Fe''' in der Vorrichtung	16 Atomprop.
Rückführung: Davon ab	5,5 Atomprop. für Pyrit
ab	5 Atomprop. für Ilmenit
ab	5,5 Atomprop. reduziert für Biotit.

Analog die Vorgangsweise in 9 a und 10 a.

Für jedes der drei Muster wurde eine modernste Epinorm entwickelt, aus der für die Rückführung jeweils Öll, Marg, Pg, Ms, eventuell Ab, Or, Ant, At, Turm und Q ungeändert weitergeführt wurden. Von da ausgehend werden Schritt für Schritt durch Umbau oder Umordnung die Mineralien einer Katanorm-Biotit-Variante gestaltet, wie sie für die orthomagmatische Quarzporphyr-Fazies typisch sind.

Die Tabellen „Durchführung“ der Rückführungen und Erfordernisse zeigen bis in alle Einzelheiten Weg und Erfolg dieses genormten Vorgehens unter Anwendung der Rückführungsgleichungen, Tabelle 12.

An den rechtsseitigen Tabellenrändern stehen die nunmehr geforderten Atomproportionen, daneben ihre Umrechnungen auf Gew.-% der konstituierenden Oxyde.

Aus den Rückführungsplänen kann man auf kurzem Umrechnungsweg die jeder Rückführung angeschlossenen neuen Größen ermitteln, so die neuen NIGGLI-Gesteinsparameter, die neuen L-M-Q, die neuen Katanorm-Biotitvarianten und charakteristische Daten über die rückgeführten Minerale Biotit, Plagioklas und Aufbau der Feldspatphase.

Alle neu gewonnenen Daten über die verschiedenen, behandelten Fälle werden in der Tabelle 17 vergleichend zusammengestellt und wo nützlich mit den Originalwerten der Porphyroide konfrontiert. Die Tabellen sprechen so deutlich, daß zusätzliche textliche Erörterungen ausbleiben dürfen. Es tritt zutage, daß unsere Erfahrungsgrundlagen noch beträchtlich vermehrt werden müssen, wenn man die Problematik unserer Porphyre und Porphyroide in petrologischer Hinsicht ausschöpfen will. Unsere Sonderfälle haben aber auch Sonderprobleme vor Augen geführt, die nachfolgend diskutiert werden mögen.

Turmalinisierung in 9 a. Die für dieses Muster belegte, örtliche Turmalinkonzentration beträgt 3,70 Norm-% (S. 6 und Tabelle 1). Rückgeführt ergibt dies aber bloß 1,43 Norm-% Biotit (Tabelle 17 B). Die Turmalinbildung aus Biotit führt bei absolut genommen gleichen Mengen Mg und Fe'' zu einschneidenden Umlagerungen, indem der Turmalin relativ größere Volumen und Stoffmassen in seine Kristallisation hineinzieht als der Biotit. Ein Vergleich der Verhältnisse $\text{Fe}''/\text{Fe}'' + \text{Mg} = 43,4$ Atom-% des Turmalins und 36,0 bzw. 37,4 Atom-% der Chlorite von 9 b und 10 a offenbart Unterschiede, die sehr wahrscheinlich schon in den Ausgangsbiotiten ihre Wurzel haben. Die Dünnschliffstudien über 9 a sprechen übrigens dafür, daß der Turmalin dort direkt aus Biotit gebildet worden ist, und nicht erst über Chlorite. Aber der Turmalin vertritt in der Porphyroidisierung die Chlorite.

Die Rolle des Ti. Zu Tabelle 17 wäre nun zu ergänzen, daß die Werte $TiO_2 = 0,43 - 0,30 - 0,41$ Gew.-% der rückgeführten Gesteine bestens zu den entsprechenden Besimauda-Porphyren mit $TiO_2 = 0,45 - 0,36 - 0,31$ Gew.-% passen. Es stehen vergleichende Untersuchungen aus, die auf breiterer Basis in der Frage der primären oxydischen Erze unserer Quarzporphyre und Porphyroide Auskunft gäben. Wir haben normativ Ilmenit als ein solches Erz angesetzt; bisher waren weder aus Schlifften noch aus Analysen für ein anderes oxydisches Eisenerz Belege beizubringen. Es ist noch dazu offen, wieviel Ti tatsächlich in die primäre Biotitkonstitution selber eingegangen ist.

Die Rückführung der Chlorite auf Biotite. Zur Konstruktion der Chlorite standen optische Daten aus den Dünnschlifften und chemische aus den Analysen zur Verfügung, namentlich deren Fe''/Fe' + Mg und die Summe $Fe'' + Mg$. Die Optik verlangt dazu einen bestimmten Betrag At, der den Aufwand an Al bzw. Al_2O_3 festlegt. Der Rahmen für den Chlorit-aufbau ist für unsere Zwecke eng genug, und die Rückführung auf Biotit mit Hilfe der Rückführungsgleichungen hat keine weiteren Schwierigkeiten.

Normalerweise liegen sowohl die Biotit- als auch die Chlorit-Mengen, und mit ihnen die MgO- und FeO-Beträge, sowohl bei den Quarzporphyren wie auch bei den Porphyroiden recht niedrig. Bei unseren Lamingtalern 9 a und 9 b liegen sie im Original und in den Rückführungen unterhalb von 1 Gew.-% je Oxyd. Analog verhält es sich mit Besimauda-Porphyren und Porphyroiden (30). Aber hier wie dort gibt es Fälle, wo bald MgO, bald FeO beträchtlich höher werden, bei uns bis auf rund 3 Gew.-% ansteigen. Das kann verschiedene Bedeutung haben.

Ein „Epidot-Serizitschiefer“ aus der Besimauda, No. 8, enthält 3,30 Gew.-% FeO und 2,99% MgO, analog wie bei uns, steigt damit auch CaO an; dieses Gestein ist zwar schon ein epizonaler Metamorphit und nicht mehr ein Porphyroid, aber es ist aus einem Porphyroid oder Quarzporphyr hervorgegangen. Bei uns sind analog zusammengesetzte Porphyroide „vergrünt“. Es war eines unserer Probleme, festzustellen, worin die Vergrünung besteht. Die Antwort gab die Analysenauswertung von 10 a. Vergrünung macht den Chloritgehalt sprunghaft ansteigen, gleichzeitig steigt CaO durch Zufuhr. Das rückt den Gesteinschemismus in mehreren Stücken von den nicht vergrünten Porphyroiden ab, wie z. B. Tabelle 7 B in den NIGGLI-Parametern erkennen läßt: si, al, alk fallen zurück, c hält sich hoch gegenüber 9 a z. B. und fm steigt an. Der damit in der Menge angewachsene Chlorit hat bezeichnenderweise eine vom Chlorit in 9 b nur wenig abweichende Zusammensetzung.

Wir folgern daraus, daß der Chlorit der Porphyroide ziemlich von gleicher Art ist und daß die Lösungen, die während der Kristallisation zirkulieren, die Aufbaustoffe für eben solche Chlorite abtransportieren können aus Räumen, in welchen für sie kein Platz ist, und in andere Räume überführen können, wo sie niedergeschlagen werden können, vgl. S. 26 unten.

Eine Analogie sind Ansammlungen von Chloriten verschiedener Art, z. B. von Prochloriten in Begleitung von Kalkspat, Adular, Albit in gewissen alpinen Klüften von der Silvretta bis in die Oststeiermark.

Die Zusammenstellung in Tabelle 17 B führt auch vor Augen, daß die Rückführung vergrünter Porphyroide zu Gesteinen mit einem für Quarzporphyre unzukömmlich hohen Biotitgehalt führt und eine derartige Rückführung gerade so wenig zu den beiden anderen rückgeführten Mustern paßt,

wie das für die nichtrückgeführten Fälle gilt. Daher wurde eine Rückführung unter der Annahme versucht, $\frac{3}{4}$ des Chlorites von 10 a seien zugeführter Vergrünungschlorit.

Man erhält sodann die Werte der Tabelle für 10 a, Versuch II, die sich befriedigend nahe an die nichtvergrünerten Typen 9 a und 9 b anschließen, sowohl was die rekonstruierte Analyse betrifft, als in der rückgeführten Katanorm-Biotitvariante, als in den NIGGLI-Gesteinsparametern, als in L-M-Q. Es ist also in diesem Fall belegbar geworden, worin die Vergrünung besteht und wodurch sie bewirkt wird. Noch tiefer darauf einzugehen, fehlt uns noch eine genügend breite Basis.

Wir erhielten bei unseren Rückführungen auf Grund unserer programmatischen Annahmen petrographische und petrochemische Typen von Quarzporphyren mit sehr starken Kalifeldspat- und K_2O -Vormachtziffern und schwachen An-Einsätzen. Das löst zwei Fragestellungen aus: a) in welchen Porphyrbereichen, sei es in den Alpen oder auch anderswo, findet man vergleichbare orthomagmatische oder porphyroidische Gesteinstypen und b) wie steht es um unsere Kenntnisse darüber in den nordalpinen Porphyroid-Bereichen?

Zur Frage a): In unseren rückgeführten Porphyroiden, nun Quarzporphyren, erhielten wir folgende Verhältnisse:

	9 a	9 b	10 a, II	Torfberg
Na_2O/K_2O Gew.- $\%$				
	1 : 8	1 : 9	1 : 6	1 : 12,2 !

Aus den uns besonders interessierenden Südtiroler und Trientiner Quarzporphyrbereichen liegen uns derzeit eine beträchtliche Anzahl von Quarzporphyranalysen vor, so in der ANDREATTASchen Studie über Piné allein schon 15, aus dem M.-Calisio-Gebiet durch GUIDICINI 5, von Atzwang, Südtirol, durch GUIDICINI 2, von LEONARDI & ROSSI von Weißenstein bei Bozen 1, von MITTEMPERGHER aus den Bereichen Welschnofen, Waidbruck, Kastelruth, alle drei Südtirol, 6, vom selben Autor über Vitrophyre der Quarzporphyre bei Auer, Tisens und Tagusens, Südtirol, abermals 6 Analysen, von GUIDICINI aus der M.-Alba-Gruppe in den Vizentinischen Alpen 4.

Im Bereich von Piné gibt es unter 15 Quarzporphyrfällen einen mit $Na_2O/K_2O = 1 : 8$ und einen mit $1 : 5$ (also anschließend an unser 10 a, II). — Bei den übrigen 13 schwanken die entsprechenden Verhältniszahlen zwischen $1 : 1$ bis $1 : 4$. — Hingegen waren die Verhältnisse im Calisiogebiet nach GUIDICINI wie folgt: $1 : 10$; $1 : 7,6$; $1 : 6$; $1 : 5,3$ und $1 : 5$. Gegenüber Piné also ein geschlossener Bereich innerhalb der Südtiroler Quarzporphyrplatte und trientinischen Fortsetzung mit durchgehend hohen bis sehr hohen Kaliziffern bei weit bis sehr weit zurücktretenden Natronziffern. — Soweit aus den angeführten, modernen Untersuchungen weiterhin bekannt, gibt es im Bereich Waidbruck-Kastelruth einen Fall mit $Na_2O/K_2O = 1 : 5$, ansonst dort, in Welschnofen, Atzwang und Weißenstein nur mehr mäßige Kalivormacht, so daß die Verhältnisse der genannten Oxyde zwischen $1 : 1,5$ bis $1 : 2,6$ und nur ausnahmsweise auch $1 : 3$ betragen.

Aus dem schon mehrmals erwähnten Besimauda-Massiv (Ligurische Alpen) wurden durch MITTEMPERGHER unter 15 Fällen von Quarzporphyren bis Porphyroiden 2 bekannt gemacht, deren Alkalioxydverhältnis, angeschrieben wie oben, $1 : 5$ und $1 : 14$ beträgt, in einem dritten Fall ist es zwar bloß

1 : 4,2, aber der K_2O -Betrag erreicht 8,10 Gew.-%, was für den Vergleich mit den absoluten Alkalioxyd-Werten Bedeutung hat.

In Südhärzer Quarzporphyren (Rhyolithen) ersieht man aus den SCHNEIDERSEN Analysen folgende Verhältnisse $Na_2O : K_2O$:

1 : 5,6 1 : 6 1 : 7 1 : 9 1 : 9,3 1 : 9,8 1 : 11 und 1 : 12,4.

Auch hier sind also Quarzporphyre mit so hohen Kali-Werten räumlich zusammengestaut, wie bei uns im Lamingtal. Es sollen nur noch wenige andere Beispiele erwähnt werden.

Aus den Nidecker ignimbritischen Quarzporphyren gaben SAUCIER, MILLOT & JOST 1959 Werte für Na_2O von 0,4 bis 2,88 Gew.-% gegen K_2O von 4,3 bis 7,0 Gew.-% an, was ebenfalls eine starke, fallweise überragende Kali-Vorherrschaft bedeutet (Elsaß).

In slowakischen Quarzporphyren bis Porphyroiden fand ZORKOVSKY 1959:

Vorkommen Tisovec $Na_2O : K_2O$ Gew.-% = 1 : 15,4

Smerovo

1 : 10,2

Vom Berg Bugdaja, SO-Transbaikalien, beschrieben KORMILYZYN & MANUJLOWA einen gebänderten Quarzporphyr, der neben 3,60 Gew.-% K_2O überhaupt kein Natron enthält; sein Nachbar ist ein Quarzporphyr $Na_2O : K_2O$ Gew.-% = 1 : 1,7; in Molekularproportionen ausgedrückt überragt hier bereits das Natron.

Wir haben diese Angaben nur vorgeführt, um zu zeigen, daß das Verhalten unserer Lamingtaler Porphyroide und ihrer Rückführungen auf Quarzporphyre in mehreren, auch fernab gelegenen Quarzporphyr-Porphyroidgebieten seine Entsprechungen hat. Aus der steirischen Grauwackenzone beschrieben ANGEL (1) (2) und STINY (40) Porphyroide mit recht bedeutenden Natronanteilen an den Alkalien, so daß die absolute Kali-Vorherrschaft gebrochen ist. — Für die steirischen Porphyroidgebiete sind diese Befunde neu. Wie es in anderen Porphyr- bis Porphyroidgebieten in den nördlichen Ostalpen steht, wo in Salzburg und in Tirol in ihnen solche kalibeherrschte Quarzporphyr-Porphyroidtypen enthalten sind, ob sie fehlen oder wie sie verteilt sind, ist noch unerforscht. Auch für die österreichischen Südalpen fehlen genügend breite Untersuchungen zu dieser Frage.

Schlußzusammenfassung

1. Abkömmlinge von Quarzporphyren bilden zwischen Brenner und Semmering, namentlich in der nördlichen Grauwackenzone und am Tauernrand ausgedehnte und mächtige Gesteinsmassen mit petrofaziellen Unterschieden, die schon lange auffielen und sich in den Gesteinsbezeichnungen widerspiegeln: Porphyroide, Porphyrschiefer, Blasseneckgneise, Metaquarzkeratopphyre, Porphyroidgneise, Blasseneckporphyroid, Serizitporphyroid, Porphyrmaterialschiefer, Biotitporphyroidgneise, Orthoklas-Quarz-Porphyr, Orthoklas-Albitporphyroid, Albit-Quarz-Porphyr, dazitischer Albit-Porphyr, Quarz-Kalifeldspatporphyroid.

Faziell gibt es dabei zwei Hauptabteilungen: Porphyroide und quarzporphyrstämmige Orthoserizitschiefer. Aber auch darüber sind eingehende und moderne petrographische und petrochemische Untersuchungen spärlicher, als es die bedeutende Masse und die Problematik dieser Gesteine erheischt; vor allem ist der Mangel an modernen Gesteinsanalysen drückend. Ohne solche Analysen aber ist ein ins Gewicht fallender Fortschritt in der Kenntnis der erörterten Gesteinsgruppe nicht zu erwarten, um so mehr, als ja auch eine moderne Physiographie detaillierte chemische Unterlagen braucht. So ist nun jede einzelne quantitative, vollständige Analyse von quarzporphyrischen und porphyroidischen Gesteinstypen eine hoch einzuschätzende Unterlagenvermehrung. Mit diesem Bewußtsein sind wir an die Bearbeitung der Muster 9 a, 9 b und 10 a aus der Lamingtaler Porphyroidmasse herangegangen. Die Ergebnisse waren kurzgefaßt folgende:

2. Im untersuchten Lamingtaler Bereich gibt es keine Quarzporphyre in orthomagmatischer Fazies, sondern nur eine hypomagmatische Fazies: die Porphyroide. Schon die drei untersuchten Muster, ausgewählt aus einer umfangreichen Mustersammlung, zeigten sehr interessante Variationen. Die hypomagmatische Umwandlung der orthomagmatischen Quarzporphyrstadien in jene der Porphyroide nennen wir Porphyroidisierung; im allgemeinen greift sie verschieden weit durch, d. h. es verbleiben mehr oder weniger mineralische Relikte aus dem Quarzporphyrstadium; wir hatten jedoch ein paar Fälle aussondern können, die keine oder fast keine Relikte mehr bergen, es ist aller Feldspat oder Feldspatglas in Serizit (+ Kaolinit) übergeführt und aller Biotit, soweit nicht schon opazitisiert, chloritisiert. Solche Porphyroide nennen wir ausgereift. Nur Quarzeinsprenglinge haben sich in die Porphyroide herübergerettet; waren sie im Quarzporphyrstadium „Korrosionsquarze“, so blieben sie es in den Porphyroiden auch; waren sie schon im Porphyrstadium in Splitter zersprungen, so kamen sie auch in diesem Zustand in die Porphyroide. Wir erhielten aber nicht nur den Eindruck, daß nicht allein die Porphyrquarze quantitativ in das Porphyroidstadium übernommen worden sind, sondern auch Quarz der Porphyrgrundmasse, worauf wir bei den „Rückführungen“ Bedacht nehmen mußten.

3. Die petrographische Fazies der Porphyroide gehört zwar in dieselbe große Mineralzone wie die quarzporphyrstämmigen Orthoserizitschiefer, aber es gibt zwischen beiden doch feine fazielle Unterschiede. Porphyroide stehen im magmatischen, Orthoserizitschiefer im regionalmetamorphen Flügel korrespondierender Mineralfazien im Sinne von ESKOLA. In den Porphyroiden erhält sich als stabiles Relikt fallweise Kaolinit, in den Orthoserizitschiefern nicht; Porphyroide enthalten Albit als stabiles Relikt, Orthoserizitschiefer haben ihn als hysterogene Neubildung usw. Für beiderlei Faziesflügel passen Epinorm-Varianten im Sinne BURRIS. Inwieweit dabei Chlorite der Porphyroid-Fazies und jene der Orthoserizitschiefer-Fazies einander nahekommen, ist offen, da dafür noch eine genügend breite Erfahrungsbasis fehlt. In unseren Porphyroiden gehörten die Chlorite in das Feld der Delessite, dort wo es an das Feld der Mg-Prochlorite heranreicht.

4. Unsere drei Muster lieferten nach LASKOVIĆ-Untersuchungen in heißwässrigen Auszügen Lösungen von Gips und Mg-Sulfat, das wir als Kieserit in Rechnung stellten; außerdem aber war im Gestein noch SO_3 überschüssig, welches wir gemäß optischer Beobachtung als ein Ferrisulfat mit Schwer-

löslichkeit (Castanit) ansetzen. Die Gleichartigkeit der Erfahrungen und ihre Tragweite verlangt, daß bei künftigen Porphyroidanalysen ebenfalls die heißwässerigen Auszüge chemisch untersucht werden. Als gemeinsame Quelle des SO_3 erwies sich der Pyrit der Porphyroidisierung. Man wird sich damit beschäftigen müssen, festzustellen, was es mit der Verbreitung und Oxydation des Pyrites der Porphyroide auf sich hat. Den Gips der heißwässerigen Auszüge führen wir auf Reaktion der Schwefelsäure mit Kalkspat zurück, welches Karbonat im Zusammenhang mit der Porphyroidisierung abgesetzt wird; in unseren Fällen konnte man das Ca des Kalkspates nicht aus lokaler Anorthit-Zersetzung beziehen.

5. Im Besitz voll ausgereifter oder nahezu voll ausgereifter Porphyroide konnten die Analysen über die Natur des Serizites derselben Aussagen liefern, die nach Qualität und Quantität neu waren. Auch das Serizitproblem der Porphyroide schreit nach einer Verbreitung unserer Kenntnisse, erlangbar durch Durchkämmen unserer Porphyroidmassen mit dem Ziel der Auslese möglichst vieler ausgereifter Formen; wir erfuhren bei unseren Untersuchungen auch erstmals Näheres über das Verhalten kleinmengeniger Stoffe, wie Ba, Mn, P, im Zuge der Porphyroidisierung; leider kennen wir ihr Verhalten nicht auch in der quarzporphyrischen Mutterfazies, von der wir in der Steiermark, in Salzburg und Nordtirol bisher Vertreter vermissen.

6. Für einen ausgereiften Porphyroid, 9 a, ließ sich mit ganz wesentlicher Mithilfe des BURKI-NIGGL'schen Äquivalentnormen-Verfahrens die kristallochemische Konstitution eines Turmalins in engstem Rahmen festlegen, in anderen Fällen jene von Chloriten in den Porphyroiden. Es war für uns auch wichtig, aus den Mafiten der Porphyroide etwas über Konstitution und Menge des Biotites der Porphyrfazies rückzuerschließen und für den „Normalfall“, das heißt wenn merkliche Stoffwechsel keine Rolle spielen, die Höhe der Biotitanteile an Quarzporphyrmustern wie unseren rückgeführten angeben zu können und sie vergleichend zu verwerten.

7. Das Muster 10 a führt uns ein Beispiel der „Vergrünung“ vor Augen, das quantitativ untersucht werden konnte. Vergrünung ist Folge einer sekundären Anreicherung von Aufbaustoffen für eine Chloritabscheidung aus einer porphyroidisierenden Lösung. In unseren Fällen enthielt eine solche Lösung auch B, CO_2 , Ca, vermochte örtlich Turmalin zu bilden, Kalkspat ausfallen zu lassen, mitgebrachtes CaCO_3 abzusetzen und in sehr bedeutendem Ausmaß Alkalien und Kieselsäure aus Silikaten aufzunehmen und zu transportieren. Bei Vergrünung werden bestimmte, gefügemäßig dazu bereite Volumen von normalen Porphyroiden mit Chlorit überfüttert. Wir konnten die Vergrünung an Muster 10 a qualitativ und quantitativ eingehend studieren, unseres Wissens erstmalig in dieser Art. Es war in engem Rahmen immer dieselbe Art von Chlorit, die an der Chloritisierung von Biotit und an der Vergrünung sich beteiligte.

8. Um der Weiterverwendung unserer Ergebnisse den Weg zu bereiten, haben wir soviel als nützlich und möglich petrochemische und physiographische Daten in Tabellen zusammengestellt und verweisen darauf. Es ist nach den wenigen älteren Angaben über die Petrochemie ostalpiner Porphyroide ein neuer, kleiner Beitrag zur Kenntnis dieser Gesteine. Was wir anstreben, ist ein überregionaler Kataster der Porphyroide, der es erlaubt, sie einem System der Quarzporphyre an die Seite zu stellen.

9. Es war uns darum zu tun, zu erschließen, wie unsere Porphyroide als Quarzporphyre beschaffen sein mochten. Wir suchten eine Antwort auf diese Frage vermittels von „Rückführungen“ unter gewählten Annahmen. Die Ergebnisse haben wir in den Tabellen 13 bis 17 vorgelegt. Wir halten unser Vorgehen in vielen Einzelheiten für grundsätzlich richtig und im Einzelfall für praktisch wahrscheinlich. Auch in dieser Richtung ist jedoch eine genügend ausgedehnte Vergleichsbasis noch ungeschaffen. Wir hoffen aber, daß unser Beitrag zu diesem Problem brauchbar und vor allem eine Diskussion wert ist.

10. In großen Porphyrbereichen, wie z. B. jenem von Südtirol und dem Trentino, fällt auf, daß die Porphyre begleitet werden von einem ihnen vorausgehenden, viel basischeren Eruptivgesteinsflügel, den ANDREATTA und andere italienische Autoren als Porphyrite beschreiben, MITTEMPERGHER aber als Quarzlatite bis Trachyandesite. — Da zwischen den typischen Quarzporphyren dieser Autoren und unseren Porphyroiden so viele Parallelitäten gefunden wurden, fragen wir nun, wo in den nordalpinen Porphyroidbereichen etwa eine analoge Gesellschaft der (sauren) Porphyroide mit den Entsprechungen der (basischeren) Porphyrite zu suchen sein sollte. Dieses Problem ist noch völlig offen.

11. Wir haben S. 50 bis 51 bezüglich des Alkaliverhältnisses in Porphyroiden und Porphyren einige Daten aus verschiedenen Porphy- bis Porphyroidbereichen vergleichend zusammengestellt, ohne auf die zugehörige Literatur mehr als andeutungsweise einzugehen. Dies soll in einem anderen Zusammenhang mit Quarzporphy- und Porphyroidproblemen an anderer Stelle gründlicher dargestellt werden.

Literaturverzeichnis

- (1) ANGEL, F.: Quarzkeratophyre der Blasseneckserie. Jb. Geol. R. A. Wien, 68, 1918, H. 1—2, 29—62.
- (2) ANGEL, F.: Gesteine der Steiermark. Mitt. Natw. V. Steierm. 60 B, Graz 1924, 1—302. Besonders 121—129.
- (3) ANGEL, F. & GAMERITH, H.: Über die Ursachen der Rotfärbung saurer Laven. Miner. u. Petrogr. Mitt. 45, Leipzig 1934, 355—358.
- (4) BECKE, F. — TSCHERMAK, G.: Lehrbuch der Mineralogie, VIII. Aufl. Hölder Wien—Leipzig 1921, 1—751. Besonders 681.
- (4a) CESBRON, F.: Contribution à la Minéralogie des sulfates de fer hydratés. Bull. Soc. franç. Minér. Crist. LXXXVII, 1964, 125—143.
- (5) CORNELIUS, H. P.: Petrographische Bemerkungen zu der Grauwackenzone südlich der Hochschwabgruppe, Anhang zu SPENGLER, E.: Über die Tektonik der Grauwackenzone südlich der Hochschwabgruppe. Verh. Geol. B. A. 1926/7, 141—143.
- (6) CORNELIUS, H. P.: Neuere Erfahrungen über die Gesteinsmetamorphose in den Hohen Tauern. Miner. u. Petrogr. Mitt. 54, Leipzig 1942, 178—182.
- (7) DAL PIAZ, Gb.: Studi geologici sull'Alto Adige Orientale e regione limitrofe. Mem. Ist. Geol. Univ. Padova X, 1934, 1—242. Besonders 160, zweiter Absatz (Ital.).
- (8) ESKOLA, P.: The Mineral Facies of Rocks. Norsk. Geol. Tidskr. VI, 1921, 143—194.
- (9) ESKOLA, P.: Om Mineralfacies. Geol. För. Stockholm Förhandlingar 1929, 157—172.
- (10) ESKOLA, P.: Die metamorphen Gesteine. In BARTH-CORRENS-ESKOLA: Die Entstehung der Gesteine, Berlin 1939, 1—422. Besonders 339—368.
- (11) FRASL, G.: Ein Porphyroidgneis mit Orthoklaseinsprenglingen aus dem Habachtal (Hohe Tauern). Anz. Math. Natw. Kl. Österr. Akad. Wiss. 1953/2, 23—26.

- (12) FRASL, G.: Der heutige Stand der Zentralgneisforschung in den Ostalpen. *Joanneum Miner. Mitt.-Blatt* 2/1957, 41—63.
- (13) GEYER, G.: Erläuterungen zur geologischen Karte Nr. 70, Sillian und S. Stefan in Comelico. *Geol. R. A. Wien* 1902, 1—50. Besonders 23—24.
- (14) GUIDICINI, B.: Petrographische Studien am Porphyrtuff aus den Wandabbrüchen von Campodazzo (Atzwang). *R. C. Soc. Miner. Ital. XIV*, 1958, 240—247 (Ital.).
- (15) HAMMER, W.: Bemerkungen zu Blatt Kitzbühel—Zell am See der geologischen Spezialkarte. *Verh. Geol. B. A. Wien* 1937/3, 101—108.
- (16) HAMMER, W.: Der Tauernnordrand zwischen Habach- und Hollersbachtal. *Jb. Geol. B. A. Wien* 85, 1935, 1—19.
- (17) HANSELMAYER, J.: Beiträge zur Sedimentpetrographie der Grazer Umgebung X. — Quarzporphyre aus den pannonischen Schottern von der Platte und von Laßnitzhöhe—Schemmerl (Steiermark). *Sitzber. Akad. Wiss. Wien, Math. Natw. Kl.* 1958, I, 167, 461—482. Besonders 469 und 472.
- (18) HANSELMAYER, J.: Beiträge wie oben bei (17), XVIII. — Erster Einblick in die petrographische Zusammensetzung steirischer Würmglazialschotter, speziell Schottergrube Don Bosco, Graz. *Sitzber. Akad. Wiss. Wien* 171, 1962, 41—78. Besonders 57.
- (19) HANSELMAYER, J.: Beiträge zur Sedimentpetrographie wie oben bei (17), XIX. — Petrographie der Schotter aus der Würmterrasse von Friesach-Gratkorn. *Mitt. Natw. V. Steiermark* 93, 1963, 137—158. Besonders 150.
- (20) HANSELMAYER, J.: Zur Petrographie quartärer Schotter von St. Marein und Kindbergdörfel im Mürztal. *Mitt. Natw. V. Steiermark* 94, 1964, 60—79. Besonders 70—74.
- (21) HANSELMAYER, J.: Petrochemische Studien an den Porphyroiden des Lamingtales (obersteirische Grauwackenzone). Torfberg-Porphyroid. *Mitt. Natw. V. Steiermark* 95, 1965, 89—99. Besonders 90.
- (22) HANSELMAYER, J.: Porphyroid vom Füllerkreuz bei Vordernberg, Steiermark. *Sitzber. Akad. Wiss. Wien, Math. Natw. Kl. I*, 175, 1966. 1—16 (im Druck).
- (23) HAUSER, L. & METZ, K.: Serizitporphyroide von Edling bei Trofaiach. *Verh. Geol. B. A. Wien* 1935, Nr. 8/9, 138—141.
- (24) HRADIL, G.: Notizen über einige Eruptivgesteine aus der Kitzbüheler Grauwackenzone. *Verh. Geol. B. A. Wien* 1924, Nr. 10/11, 192—198.
- (25) HERITSCH, F.: Die karnischen Alpen. *Geol. Inst. Univ. Graz* 1936, 1—205. Besonders 54 und 58.
- (26) LEONARDI, F. & ROSSI, D.: Die Quarzporphyre von S. Leonardo im südöstlichen Oberetsch. *Boll. Soc. Geol. Ital. LXXV*, 1956, 1—9 (Ital.).
- (27) LEONARDI, F. — ROSSI, D. — SACERDOTI, M.: Geologisch-petrographische Untersuchungen über die Vulkanite des südöstlichen Trentino. *Rend. Soc. Miner. Ital. XVII*, 1961, 379—391 (Ital.).
- (28) MACHATSCHKI, F.: Die Formeleinheit des Turmalins. *Z. Krist.* 70 H. 3, 1929, 211—233.
- (29) MACHATSCHKI, F.: Die Calcium-Sprödglimmer. *Cbl. Miner. etc.* 1932, Abt. A/3, 65—68.
- (30) MITTEMPERGER, M.: Die permotriadische Serie des Monte Besimaua. *Com. Naz. Ric. Nucleari. — Studie e Ric. di Divisione Geomineraria I/I*, Roma 1958, 3—59 (Ital.).
- (31) MITTEMPERGER, M.: Die paläozoische Effusivserie des Trentino-Oberetsch, I. Beitrag. *Com. Naz. Ric. Nucleari. — Studie e Ric. di Divisione Geomineraria I/I*, Roma 1958, 61—145 (Ital.).
- (32) MITTEMPERGER, M.: Über eine porphyrische, von den Ignimbriten des Val di Nova (Welschnofen) eingeschlossenen Masse. *Com. Naz. Ric. Nucleari II*, Roma 1959, 21—36 (Ital.).
- (33) MITTEMPERGER, M.: Studien an einigen Vitrophyren des Etschländer vulkanischen Komplexes. *Rend. Soc. Miner. Ital. XVII*, 1961, 633—634 (Ital.).
- (34) SANDER, B.: Geologische Studien am Westende der Hohen Tauern, II. Bericht. *Jb. Geol. Staatsanstalt Wien* 1921, LXX, 271—296.

- (35) SASSI, F. P. & ZIRPOLI, G.: Beobachtungen an den kristallinen Schiefen des Comelico. Acad. Lincei, R. C., Cl. Sci. Fis. Mat. Nat. Fasc. 2, Ser. VIII, Vol. XXXIV, 1963, 195—198 (Ital.).
- (36) SCHARIZER, R.: Die Eisensulfate. DOELTERS Handbuch d. Mineralchemie IV/2, 1929, 537—592. Besonders 570—572.
- (37) SCHNEIDER, A.: Rhyolithischer Vulkanismus des Südhärzer Rotliegenden. Beitr. Miner. Petr. 9, 1963, 148—174.
- (38) SPENGLER, E. und STINY, J.: Erläuterungen zur Geologischen Spezialkarte Eisenerz, Wildalpen und Aflenz. Geol. B. A. Wien 1926, 1—99. Besonders 1—23.
- (39) STARK, M.: Porphyroide und verwandte Eruptiva aus dem Großarl- und Gasteiner-tal. Sitzber. Akad. Wiss. Wien, Math. Natw. Kl. Abt. I, 149, H. 1—2, 1940, 13—50.
- (40) STINY, J.: Porphyrabkömmlinge aus der Umgebung von Bruck an der Mur. CBL. Miner. etc. 1917, Nr. 19/20, 407—414.
- (41) STRUNTZ, H.: Mineralogische Tabellen, 2. Aufl. Leipzig 1957, 1—448. Besonders 191, 202, 109, 362, 376.
- (42) SZADÉCZY-KARDOSS, E.: A genetical System of Magmatic Rocks. Preliminary abstract. Geochemical Conference of the Hungarian Acad. Sci. Budapest, vom 5. bis 10. Oktober 1959, 1—85. Besonders 17—27.
- (43) TRÖGER, W. E.: Spezielle Petrographie der Eruptivgesteine. D. M. G. Berlin 1935. 1—360.
- (44) TRÖGER, W. E.: Eruptivgesteinsnamen, 1. Nachtrag. Fortschr. Miner. Krist. Petrogr. 23, Berlin 1938, 41—90. Bes. 54—55.
- (45) TURNER, F.: Mineralogical and structural evolution of the metamorphic rocks. Mem. 30 d. Geol. Soc. Am., 1. Aufl., 1948, 1—342.
- (45a) TURNER, F. & VERHOOGEN, J.: Igneous and Metamorphic Petrology. Bei McGraw-Hill Book Co. Inc. New York-Toronto-London 1951, 1—602.
- (46) JAKOB, J.: Chemische Analysen der Gesteine und silikatischen Mineralien. Birkhäuser, Basel 1952, 1—180. Besonders 13 ff, 28 ff, 62, 65, 107, 136, 137, 146.
- (47) CHEMIKERAUSSCHUSS DEUTSCHER EISENHÜTTENLEUTE: Handbuch für das Eisenhüttenlaboratorium. Düsseldorf 1960, I, 1—324.
- (48) BILTZ, H.: Ausführung quantitativer Analysen. 7. Aufl. Hirzel, Stuttgart 1952, 1—456. Besonders 145 u. 304 ff.
- (49) DITTRICH, M. & LEONHARD, A.: Über die Bestimmung des Eisenoxyduls in Silikatgesteinen. Z. Anorgan. Chemie 74, 1912, 21—32.
- (50) LASKOVIC, F.: Ausgewählte Methoden für das Bergbaulaboratorium, herausgegeben zum internen Gebrauch im Laboratorium des steirischen Erzberges. Selbstverlag Eisenerz 1953, 1—20.
- (51) VOINOVITCH — DEBRAS-GUEDON — LOUVRIER: L'Analyse des Silicates. Hermann, Paris 1962, 1—508. Besonders B.
- (52) VAN TONGEREN, W.: Gravimetric Analysis. Amsterdam 1937, 1—278. Besonders 114.
- (53) BURRI, C.: Petrochemische Berechnungsmethoden auf äquivalenter Grundlage. (Methoden von Paul NIGGLI). Birkhäuser, Basel 1959, 1—334.
- (54) ANDREATTA, C.: Successione del attività magmatiche nella grande piattaforma porfirica atesina. Acta Geol. Alpina 8 (Andreatta-Gedenkband). Bologna 1962, 25—92 (Ital.).
- (55) GUIDICINI-ZOCCA, B.: Studio petrografico die alcune vulcaniti atesine dell'altopiano del M. Calisio (Trento). Acta Geol. Alpina 8 (Andreatta-Gedenkband). Bologna 1962, 475—486 (Ital.).
- (56) GUIDICINI, B.: Petrographische Untersuchungen der Effusiva und zugehörigen Tuffe der Monte-Alba-Gruppe (Vicentinische Alpen). Rend. Soc. Miner. Ital. XII, 1956, 150—164 (Ital.).
- (57) KORMILYZYN, W. S. & MANUJLOWA, M. M.: Rhythmisch gebänderte Quarzporphyre vom Berge Bugdaja, SO-Transbaikalien. Sap. Wsesoj. Miner. Obschtsch. 86, 1957, 355—364 (Russ.).

- (58) SAUCIER, H. — MILLOT, G. — JOST, R.: Les Ignimbrites permienes de la région du Nideck (Vosges, Alsace). Bull. Serv. Carte Géol. Als. Lorr. 12, Strassbourg 1955, 33—48.
- (59) ZORKOVSKY, B.: Bericht über ein petrographisch-chemisches Studium der Melaphyre des Werfens der Umgebung von Velká Stoska am Westrand des Talbeckens Muranska Plosina. Geol. Práce, Zprávy 16, Bratislava 1959, 193—197. (Anmerkg. Quarzporphyr/Porphyrroid von Tisovec.) (Slowak.).
- (59a) ZORKOVSKY, B.: Bericht über ein petrographisches und chemisches Studium der „Melaphyre“ aus dem Werfen nördlich von Šmermovo (ehemals Telgárt), Mittelslowakei. Geol. Práce, Zprávy 16, Bratislava 1959, 199—203. (Anmerkg. Quarzporphyr, Übergang zu Porphyroid, bei Šmermovo.) (Slowak.).

Anschriften der Verfasser

Univ.-Prof. Dr. Franz ANGEL, Kopernikugasse 27/II, 8010 Graz, Österreich

Prof. Dr. Josef HANSELMAYER, Rechbauerstraße 54, 8010 Graz, Österreich

Dipl.-Ing. Franz LASKOVIC, Chefchemiker, 4560 Kirchdorf an der Krems, Oberösterreich

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen der Abteilung für Mineralogie am Landesmuseum Joanneum](#)

Jahr/Year: 1966

Band/Volume: [1-2 1966](#)

Autor(en)/Author(s): Angel Franz, Hanselmayer Josef, Laskovic Franz

Artikel/Article: [Drei Sonderfälle aus der Porphyroidmasse des Lamingtales bei Bruck/Mur, Obersteiermark 1-57](#)