

# Pillow-Laven im «Taminser Kristallin» bei Felsberg (Kt. Graubünden)

Von

KURT BÄCHTIGER, Zürich

## I. Einleitung

Im Rahmen der Felduntersuchungen zur Gold-Lagerstätte «Goldene Sonne», die der Verfasser (1966, 1967) vor kurzem als vorläufige Mitteilungen beschrieben hat, und zur Karte der Thermolumineszenz von Bergkristallen (BÄCHTIGER, 1968a) entdeckte er am Felsberger Ufer des Rheins, ca. 50 m E der Gemeindegrenze Tamins/Felsberg, auch einzigartig schöne und in bezug auf das «Taminser Kristallin» und die Kenntnisse des Perms in Mitteleuropa bisher unbekannte Pillow-Laven in Sturzblöcken, die von der Lokalität Plattenzüge<sup>1</sup> herstammen könnten und durch die Strömung des Rheins prachtvoll modelliert worden sind. Eine Herkunft aus den unmittelbar N anstehenden Felsen scheint nach den bisherigen Felduntersuchungen aber auch möglich. Erst der Bau des Kraftwerkes von Domat/Ems hat ihre Trockenlegung bewirkt, so dass sie früheren Bearbeitern des Gebietes, wie THEOBALD (1856), PIPEROFF (1897), BLUMENTHAL (1911) und HÜGI (1941), notgedrungenerweise entgehen mussten. HÜGI (1941) schrieb immerhin schon damals von «pillow-lavenartigen Bildungen» in einem pyroklastischen Tuff mit Sedimenteinlagerung am vermutlich gleichen Felsriff am Rhein (Hdst. 37, Ta 4).

## II. Die Vorkommen

Die vorliegende Arbeit beschreibt einstweilen die Sturzblöcke im Rhein, während das Anstehende in einer noch nicht abgeschlossenen Untersuchung des Verfassers (1969) beschrieben wird.

Es handelt sich dabei vorwiegend um einen grossen Sturzblock von ca.  $4 \times 7 \times 9$  m Inhalt, an dem die beiden Fotos (Fig. 1 und 2) gemacht worden sind und an dem auch das Handstück für die Dünnschliffuntersuchung geschlagen worden ist. Seine Koordinaten lauten etwa: 752.70 km/189.55 km/570 m. Daneben finden

---

<sup>1</sup> Die Lokalnamen entsprechen denjenigen des Übersichtsplanes der Grundbuchvermessung 1:10 000.

sich jedoch noch weitere Sturzblöcke mit mehr oder weniger kugeligen bis kissenförmigen Absonderungen, die aber nicht die Schönheit der zuerst erwähnten Pillow-Bildungen erreichen und deshalb auch nicht weiter untersucht wurden.

Die Kissen im grossen Sturzblock haben grosso modo einen länglichen, ellipsoidischen bis walzenförmigen Querschnitt (Fig. 2) von max. 2 m in der Länge, ca. 1 m in der Breite und ca.  $\frac{1}{2}$  m in der Höhe; im Durchschnitt dürften sie sich um 1 m bewegen. Makroskopisch sind an ihnen als Grundmasse vor allem hellgrüner Epidot und dunkelgrüner Chlorit mit weissen Einsprenglingen von Albit (max. 5 mm  $\varnothing$ ) erkennbar. Verwitterungsnarben rühren von herausgelöstem Kalzit in Nestern und Adern und von zersetztem Chlorit her. Variolen, wie sie bei anderen Pillow-Laven vielfach häufig sind, konnten bis heute noch keine festgestellt werden.

Der Sturzblock ist jedoch von vereinzelt diskordanten alpinen Zerrklüften (Fig. 1) von max. 5 cm Mächtigkeit durchzogen. Diese setzen sich vorwiegend aus Quarz, Kalzit und etwas Chlorit und wenig Albit zusammen. Da Kalzit und Chlorit vielfach bis auf wenige Reste herausgelöst worden sind, erkennt man deutlich die idiomorphen Formen von älteren kleinen Bergkristallen und spärlichen Albiten.

Am geschlagenen Handstück offenbart sich auch deutlich eine innere schiefrige Textur der äusserlich scheinbar massigen Kissen, die auf die alpine Dislokation zurückzuführen ist.

Im Dünnschliff entpuppt sich das Gestein als ziemlich stark epidotisierter Keratophyr, von dem aber in Reliktpartien noch deutliche Reste erkennbar sind. Die ursprünglich porphyrische Struktur und leicht schlackige Textur sind in diesen Relikten noch gut zu sehen (Fig. 3 und 4). Die Haupteinsprenglinge sind stark verzwilligte Plagioklase, bei denen nach der Zonenmethode eine maximale symmetrische Auslöschung von ca.  $-16^\circ$  beobachtet werden konnte, was auf einen ziemlich reinen Albit schliessen lässt und auch mit den vom Verfasser (1965, 1968 b) auf dem Universaldrehtisch am Albit des schlackigen Keratophyres von Saldein<sup>1</sup> gemessenen Werten übereinstimmt. Fast immer sind die Einsprenglinge aber längs Zwillingsgrenzen und Spaltrissen von Epidot, Chlorit und Zoisit und bisweilen auch etwas Kalzit, Serizit und Quarz durchsetzt bis zur vollständigen Verdrängung des Albites.

Daneben gibt es aber noch xenomorphe Umrisse mit Resorptionscharakter, die vor allem von Chlorit und Epidot, seltener von Kalzit, Quarz

#### Text zu den Figuren:

Fig. 1. Sturzblock mit Pillow-Laven am Felsberger Rheinufer NW Domat/Ems (im Hintergrund die beiden Kirchen von Domat/Ems). Die Kissen sind durch die Flusserosion prachtvoll modelliert worden. In der Mitte des Blockes ist eine Abbruchstelle an einer alpinen Zerrklüftung (Pfeile) erkennbar. Das Kissen unterhalb der Zerrklüftung in der Mitte ist ca. 80 cm breit. Aufnahme des Verfassers.

Fig. 2. Gleicher Sturzblock von der Flussseite her gesehen. Die geringe Modellierung weist auf die Abbruchfläche hin und lässt den Querschnitt der Kissen gut erkennen. Länge des Hammerstiels (Mitte rechts) ca. 40 cm. Aufnahme des Verfassers.

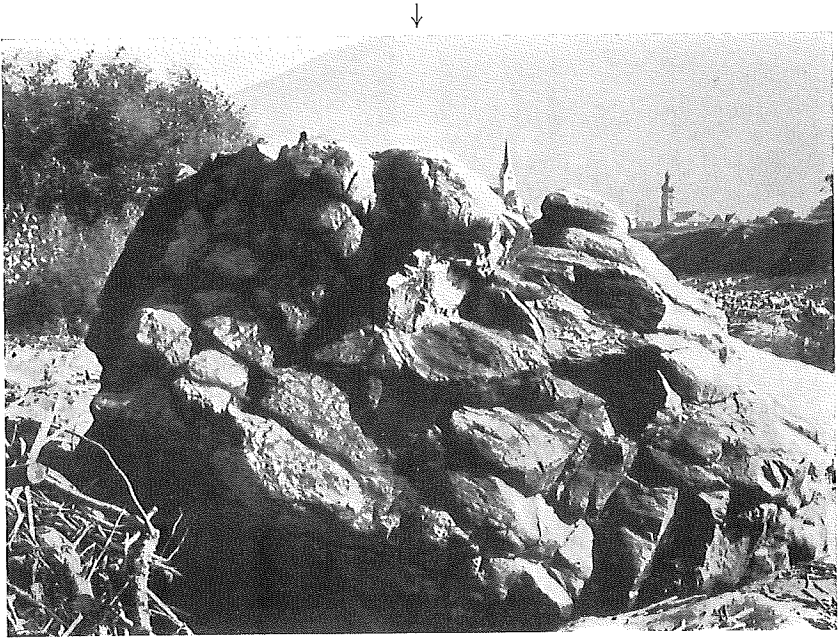


Fig. 1.

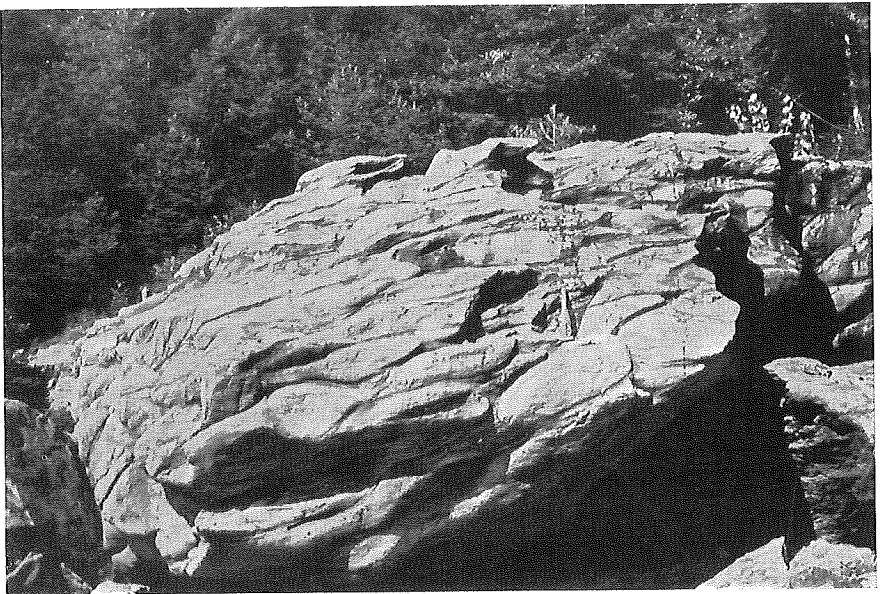


Fig. 2.



Fig. 3.



Fig. 4.

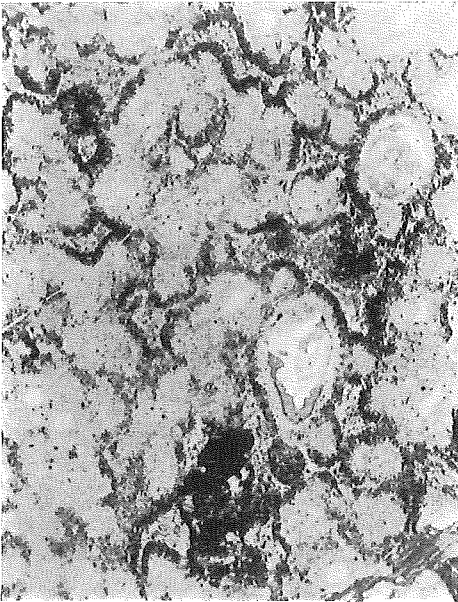


Fig. 5.

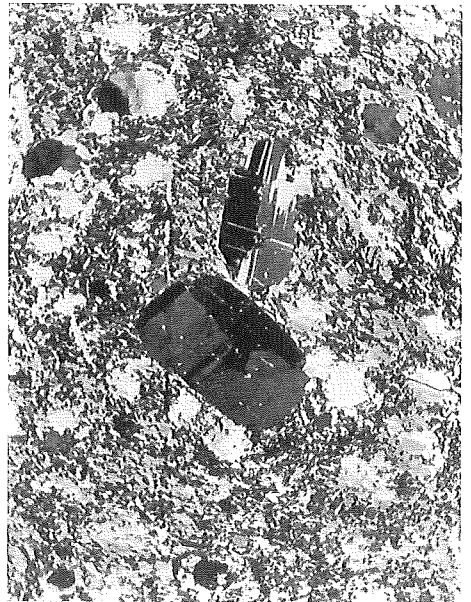


Fig. 6.

und Serizit erfüllt sind und die der Verfasser nicht vorbehaltlos verdrängten Plagioklassen zuordnen möchte; der Epidot bildet dabei in Form von Körneraggregaten meistens die randlichen Säume, während der relativ stark pleochroitische Chlorit in büscheligen Aggregaten eher die Zentralpartien erfüllt. Selbst bei Verwachsung mit etwas Albit könnte es sich bei diesen Chlorit-Epidot-Partien um propylitisierte Olivine oder Augite handeln, wobei noch etwas Albit durch Zersetzung der Grundmasse eingewandert wäre. Infolge der relativ starken Propylitisierung sind bis jetzt allerdings noch keine Relikte von Augit oder Olivin gefunden worden.

Die Grundmasse zeigt in grösseren Reliktpartien noch eine deutlich erkennbare ophitische bis intersertale Struktur aus kleinen, verzwilligten Albiten (oft büschelig aggregiert) und Erz, in die in wechselndem Masse Epidot und Chlorit eingesprengt sind bis zur örtlich totalen Verdrängung des Albites. Eine eindeutig arboreszierende Struktur, wie sie von VUAGNAT (1946, 1948) beispielsweise bei den Pillow-Laven vom Hörnli bei Arosa und vereinzelt von der Alp Champatsch im Unter-Engadin, oder von JAFFÉ (1955) bei denen vom Col des Gêts (Hte. Savoie) festgestellt worden ist, wurde bei den Pillow-Laven von Felsberg einstweilen noch nirgends beobachtet; eine solche wurde jedoch andeutungsweise vom Verfasser (1965, 1968 b) im leicht schlackigen Hämatit-Split unter den Tuffen mit Dolomitbänken am Felsvorsprung von Saldein gefunden, wobei der Verfasser (1965) schon damals eine marine Ablagerung vermutete. Im Kleinbereich zeigen die Pillows von Felsberg aber eine ausgesprochen massige Textur.

Text zu den Figuren:

Fig. 3. In Relikten erhaltene porphyrische Struktur des ursprünglichen Keratophyres. Grosse, in Felder geteilte Einsprenglinge in den Ecken sind verzwilligter Albit, ebenso die hellen Leisten in der Grundmasse. Die dunkle Grundmasse setzt sich vorwiegend aus Epidot und Chlorit und etwas Erz zusammen. Nicols gekreuzt. Vergr. ca. 50 × .

Fig. 4. Ursprünglich leicht schlackiger (?), stark epidotisierter und von einer alpinen Ader durchzogener Keratophyr (gleicher Dünnschliff wie Fig. 3). Die beiden ovalen Gebilde im Zentrum sind fast ausschliesslich von Epidot (mittelgrau) und etwas Erz (schwarz) erfüllt und werden als Vakuolen gedeutet. Die dunkle Grundmasse besteht vorwiegend aus Epidot und etwas Chlorit und Erz. Die hellen xenomorphen Flecken (oben) sind Relikte von Albit. Die helle horizontale Ader setzt sich aus Chlorit (mittelgrau), Kalzit (hellgrau) und Quarz/Albit (weiss) zusammen. Nicols parallel. Vergr. ca. 40 × .

Fundort: Kissen am linken Rande des auf Fig. 1 abgebildeten Blockes, etwa auf halber Höhe.

Fig. 5. Mikro-Pillow- oder Variolith-Textur in einem permischen Quarz-Keratophyr. Die schwarzen Girlanden sind Erz, die hellgraue Grundmasse besteht aus feintafeligen Albiten (vgl. Fig. 6). Weisse Kerne mit teilweise dunkelgrauem Saum sind Quarzkörner mit Serizit-rändern. Nicols parallel. Vergr. ca. 35 × .

Fig. 6. Porphyrische Struktur des Quarz-Keratophyres (gleicher Dünnschliff wie Fig. 5). Die beiden grossen, in Felder geteilten Einsprenglinge im Zentrum sind Albite, ebenso die weissen bis dunkelgrauen Leisten in der Grundmasse. Weiss-grau-schwarz erscheinende, runde Körner sind Quarzaggregate verschiedener Auslöschung. Man beachte die «rotierende» Fluidaltextur der Einsprenglinge und der umgebenden Grundmasse. Nicols gekreuzt. Vergr. ca. 35 × .

Fundort: Halde der Kupfer-Molybdän-Grube «Erzbett» auf der Mürtschenalp. Geröll im Murgtal-Sernifit.

Das Erz ist in der Grundmasse fast ausschliesslich als feine runde bis ovale, halbdurchsichtige Körner, vermutlich Leukoxen (Rutil, Anatas und etwas Titanit und Brookit), ausgebildet und nur an einer einzigen Stelle konnte ein opaker, resorbierter viereckiger Querschnitt beobachtet werden, der auf Magnetit weisen würde. In der Grundmasse kann das Erz wolkig und um kleine, nierenförmige Epidotpartien (z. T. als Variolen ausgebildet?) auch perlschnurartig angereichert sein.

Auch die seltenen Vakuolen der primären leichten Schlackentextur sind hauptsächlich von Epidot und etwas Chlorit erfüllt, wobei das Erz in der Vakuole konzentrisch und schleifenförmig angeordnet ist und mit der Öffnung gegen die vermutliche Unterseite des Lavastromes steht (Fig. 4). Nach Ansicht des Verfassers wäre eine Entwicklung dieser Vakuolen, die meist in den Randpartien der Kissen zu beobachten sind, zu epidoterfüllten Variolen, wie solche von VUAGNAT (1946) beispielsweise auf der Alp Champatsch gefunden worden sind, während den letzten Bewegungen der Kissen durchaus wahrscheinlich.

Sichere alpine Einflüsse auf das Gestein zeichnen sich bei den feinen sekundären Adern, die den alpinen Zerrklüften im Kleinbereich entsprechen, ab. Diese setzen sich vorwiegend aus Kalzit, Chlorit und etwas Quarz, Albit und Erz zusammen, wobei die drei Silikate, wie schon makroskopisch beobachtet werden konnte, eher die Randpartien bilden — der Chlorit z. T. als schöne idiomorphe Blättchen — und der Kalzit die zentrale Füllung.

Innere Zerscherungen der Kissen im Kleinbereich (mm) durch die alpine Dislokation sind durch Serizit-Striemen in der Grundmasse und ganz besonders ausgeprägt in Einsprenglingen von Albit charakterisiert.

Die Zwischenmasse der einzelnen Kissen hebt sich durch ihre dunkelgrüne Farbe etwas hervor und scheint damit auch chloritreicher zu sein. Sie wurde im Dünnschliff noch nicht untersucht.

### III. Vergleich mit anderen Pillow-Laven

An Hand der bis heute vorliegenden Literatur sind aus dem Perm der östlichen Schweizer Alpen bis heute weder anstehende Pillow-Laven noch solche in Geröllen bekannt geworden.

Kürzlich hat der Verfasser aber am Wege durch den sog. Unteren Tritt<sup>1</sup> im Horizont des bereits erwähnten schlackigen Keratophyres von Saldein, der an dieser Stelle eine dunkelgrüne, dichte Bank (Spilit?) bildet, wulstartige bis walzenförmige Makrotexturen von ca. 1 m Länge und ½ m Höhe beobachtet, deren Stirn bezeichnenderweise gegen SE gerichtet ist, also gerade in der Fallrichtung der «Grüngesteine» und damit entgegengesetzt der alpinen Schubrichtung. Darüber lagern zudem in einem vulkanischen Tuff bis zu 20 cm dicke Dolomit-Eisenjaspis-Rhodochrosit-Bänke mit grauem, feinfilzigem Turmalin<sup>2</sup> in Quarzadern. Falls es sich nicht um eine komplexe alpine Einfaltungstektonik han-

<sup>2</sup> Er bewirkte auch durch asbestartige Ausbildung und Einlagerung in Bergkristallen in den umgebenden alpinen Zerrklüften deren graublauere Farbe [vgl. dazu DIETRICH et al. (1966)].

delt, wären hier die ersten Aufschlüsse von permischen Pillow-Laven in der Schweiz zu sehen und der Schluss zu ziehen, dass die permischen Laven im «Taminser Kristallin» generell von NW nach SE geflossen sind. Dies würde sogar gut mit den Beobachtungen von AMSTUTZ (1954) und SCHIELLY (1964) übereinstimmen, wonach auch die basischen permischen Laven des Kärpfgebietes sich etwa von NW nach SE ergossen hätten.

Dass aber permische Pillow-Laven für die Schweizer Alpen schon vor der Entdeckung der Felsberger Pillows nicht ganz unreal waren, legt ein vom Verfasser (1963) aufgesammeltes Geröll eines Quarz-Keratophyres aus dem Murgtal-Sernifit der Mürtchenalp (Halde der Kupfer-Molybdän-Grube «Erzbett») dar, das zum Vergleich auf Fig. 5 und 6 abgebildet ist.

Die Struktur auch dieses Gesteins ist porphyrisch, wobei in der sphäroidischen bis variolithischen Erzverteilung in der Grundmasse nach Ansicht des Verfassers eine leicht fluidale Mikro-Pillow- oder Variolith-Textur vorliegen könnte. Die Einsprenglinge sind prachtvoll verzwilligte Albite, bei denen vereinzelte Körner merkwürdig «gerundet» sind, als ob sie noch «gerollt» worden wären. Die Grundmasse setzt sich aus Albit, Quarz, Erz und etwas Serizit zusammen. Der Albit bildet dabei in feinsten, häufig deutlich fluidal angeordneten Täfelchen die eigentliche Grundmasse der konzentrischen bis ovalen Gebilde, in der vereinzelt auch sphärolithisch auslöschende Albit-Aggregate erkannt werden können (Entglasung?). Der Quarz tritt als runde Einzelkörner oder Aggregate, teilweise mit einem Rand von Serizit, vorzugsweise als Kern der Sphäroide bzw. Variolen auf, wobei in sehr charakteristischer Weise zwischen dem Quarzkern und dem Erzrand ein schmaler Saum von feinfilzigem Albit-Gewebe liegt. Idiomorphe Kristallumrisse aus Erz und einer Kalzit-Füllung, z. T. mit Relikten hoher Doppelbrechung, sind vermutlich Pseudomorphosen nach Augit und Olivin.

Obwohl ähnliche Gebilde bis zu einem gewissen Grade auch durch eine Entglasung entstehen können, scheint der chemische Unterschied zwischen dem Kern der Variolen (Quarz und Serizit) einerseits und dem Rand und der Zwischenmasse (feinfilziges Albit-Gewebe und Erz) andererseits eher für eine variolith- oder pillowartige Bildung zu sprechen, wo solche mineralogische Inhomogenitäten geradezu ein Kriterium sind. Nach NASJEDKIN (1963) fehlen aber trotz partieller Entglasung weitere Merkmale, nach denen man annehmen könnte, dass sich auch die variolithische Erzverteilung durch Entglasung gebildet haben könnte.

Das Anstehende dieses Gerölles wurde noch nicht gefunden, und AMSTUTZ (1954) beschreibt auch keine ähnlichen Texturen und Strukturen aus dem Kärpfgebiet.

Aber auch solche epidotreichen Pillow-Laven mit Keratophyr-Primärstrukturen wie bei Felsberg sind nach den Literaturstudien des Verfassers aus den Schweizer Alpen noch nicht bekannt geworden; Epidot wurde in Pillow-Laven zwar schon gefunden, aber in ganz anderer Struktur, Textur, fazieller Umgebung oder auch in einem anderen Metamorphosegrad.

Im Oberhalbstein soll nach VUAGNAT (1948) ein epidotreicher Diabas am SW-Ende der Brücke über die Julia zwischen Marmorera und Bivio vorkommen. Die länglichen Pillows sind ca. 30 cm gross und bestehen aus einem Diabas mit Augit, dessen Rand unter Strahlstein-Bildung häufig uralitisiert ist. Die innere

Grundmasse der Kissen besteht aus feinkörnigen Feldspäten, reichlich Epidot und Leukoxen und etwas Chlorit, während die äusseren Partien eine feinverfilzte Anreicherung von Epidot, Amphibol und Sphen darstellen sollen. In diesen äusseren Partien der Pillows sollen zudem auch vereinzelt oder zu Gruppen aggregierte Variolen vorkommen, die keine radialstrahlige Struktur mehr aufweisen, sondern die gleiche, vorhin erwähnte, epidotreiche Grundmasse haben, der Rand epidotreicher als der Kern.

Eine Unterscheidung zwischen Primär- und Sekundärmineralien ist nicht leicht. Der Amphibol, der Epidot und der feinkörnige Albit sollen nach VUAGNAT (1948) entweder von der Umwandlung des Augites oder der Saussuritisierung eines mehr oder weniger basischen Plagioklases herkommen, wobei der Umwandlungsgrad der Strukturen i. a. sehr variabel für die einzelnen Bereiche sei, der Rand der Kissen und der Variolen i. a. mehr als die Kerne.

Im Unter-Engadin hat VUAGNAT (1946) auf der Alp Champatsch zwei Arten von Pillow-Laven mit Epidot gefunden. Bei der ersten Varietät handelt es sich um einen Augit führenden Diabas, bei der zweiten um einen epimetamorphem Variolith. Der Augit-Diabas soll ca. 10 cm vom Rand der Kissen eine arboreszierende Struktur mit den Hauptmineralien Titanaugit und Plagioklas und den feinkörnigen Nebengemengteilen Sphen, Epidot und zwei Arten von Chlorit aufweisen. Beim Variolith ist der Epidot im Zentrum der Variolen in Körnern angereichert, ohne dass in der äusseren Zone etwas zu sehen wäre, wobei nach VUAGNAT (1946) in diesem Falle sowohl eine Segregation als auch eine Umwandlung aus basischeren Plagioklasen für das Auftreten von Epidot in dieser Form in Frage käme.

#### IV. Zur Genese der Pillow-Laven von Felsberg

Nach Ansicht des Verfassers gibt es theoretisch zumindest drei Möglichkeiten für die Entstehung solcher epidotreicher Pillow-Laven, nämlich:

1. Primärmagmatische Differentiation.
2. Metasomatose:
  - a) Syngenetische Kontaktmetasomatose.
  - b) Hydrothermale Autometamorphose (Propylitisierung) während der Diagenese.
  - c) Hydrothermale Metamorphose im Gefolge der zirkulierenden Lösungen, die zur Bildung alpiner Zerrklüftmineralien führten.
3. Metamorphose durch die alpine Dislokation.

Zu 3: Obwohl HÜGI (1941) im «Taminser Kristallin» eine alpine Metamorphose von epizonalem, seltener (auf Grund von Strahlstein) mesozonalem Charakter zu erkennen glaubte, spricht das partielle Auftreten des Epidotes als Xenolith in einer Keratophyr-Grundmasse, oder aber, wie abgebildet, in den fragwürdigen Vakuolen/Variolen und keineswegs häufig in Pseudomorphosen nach Plagioklas in den Pillow-Laven nach Ansicht des Verfassers eindeutig gegen eine solche Annahme, denn eine regionale Dislokationsmetamorphose müsste die eklatanten und eng nebeneinander



liegenden Textur- und Strukturunterschiede (Keratophyr/Epidotfels) weitgehend egalisiert haben.

*Zu 2c:* Obwohl eine gewisse topographische Koinzidenz zwischen Epidotführung und alpinen Zerrklüften beobachtet werden kann, so z. B. im Steinbruch Sarazass<sup>1</sup> und bei den untersuchten Pillow-Laven selbst, deuten die z. T. epidotreichen und schlackigen Kristall-Lapilli-Tuffe und -Tuffite der Lokalität Buchwald<sup>1</sup> ohne jegliche alpine Zerrklüfte und das Auftreten von Epidot in epigenetischen Adern im erwähnten Hämatit-Spilit von Saldein eher auf eine primäre Propylitisierung hin.

*Zu 2b:* Eine lokale, wahrscheinlich schon pneumatolytische bis hydrothermale Infiltration bis partielle Autometamorphose des Gesteins mit Epidotbildung kann bei vielen basischen Ergussgesteinen und ihren Tuffderivaten beobachtet werden. AMSTUTZ (1954) hat solche Vorgänge aus den etwa gleichaltrigen, aber subaerischen bis intrusiven Laven des Kärpfgebietes beschrieben. Vollständig propylitisierte tertiäre Basalte, Andesite und Dazite der Kamtschatka-Halbinsel sind von WLIASSOW und WASSILEWSKI (1964) in treffender Weise als Epidot-Chlorit- bzw. Chlorit-Karbonat-Metasomatite bezeichnet worden. Falls man für das Gestein der Pillow-Laven von Felsberg eine solche Genese annehmen wollte, müsste man für sie in Analogie den Begriff keratophyrischer Epidot-Chlorit-Metasomatit prägen. Auf Grund der epigenetisch von Epidot erfüllten Vakuolen in den Pillow-Laven und der erwähnten Epidot-Tuffe muss dieser Prozess zumindest lokal unbedingt stattgefunden haben.

*Zu 2a:* Da Pillow-Laven allgemein als subaquatische, meist marine Bildungen aufgefasst werden und diejenigen von Felsberg nach den bisherigen Feldbeobachtungen die epidotreichsten Gesteine des Felsberger «Taminser Kristallins» sind, wäre eine Metasomatose des ausfließenden Keratophyrmagmas durch Kontakt mit Wasser durchaus möglich; eindeutige Beweise fehlen aber noch.

*Zu 1:* Während von VUAGNAT (1946) eine Segregation und damit primärmagmatische Bildung von Epidot z. B. beim erwähnten Variolith der Alp Champatsch für möglich gehalten wird, könnte für die ungleichmässige Epidot-Anreicherung der Pillow-Laven von Felsberg sowohl eine Segregation als auch das «Einschmelzen von Karbonaten», wie es von AMSTUTZ (1954) bei den «Epidot-schlieren» vom Berglihorn und Sonnenberg im Kärpf teilweise vermutet wird, in Betracht gezogen werden, was aber vielleicht erst detaillierte Untersuchungen im Anstehenden entscheiden könnten.

## V. Schlussfolgerungen

Auf Grund der in Relikten noch erhaltenen und kaum metamorphen Keratophyr-Partien, lithologischen Vergleichen und tektonischen Untersuchungen des Verfassers (1965, 1966, 1967) müssen die aus dem «Taminser Kristallin» stammenden epidotisierten Pillow-Laven von Felsberg als Unter-Perm der Helvetischen Schubmasse in der Wurzelzone angesehen werden.

Während aber von fast allen Erforschern des Helvetischen Verrucano der neueren Zeit, so z. B. AMSTUTZ (1950, 1954, 1957), Verfasser (1960), FISCH (1961), HUBER

(1964), SCHIELLY (1964), RYF (1965) und TRÜMPY (1967) eine kontinentale und fluviale, vereinzelt limnische Ablagerung der Laven und Sedimente mit einer ihr entsprechenden Metallogenie angenommen wird, deuten die Pillow-Laven von Felsberg, die vom Verfasser (1965) kürzlich entdeckten intramagmatischen Manganerze und Dolomit-Bänke bei Saldein und das Quarz-Keratophyr-Geröll mit Mikro-Pillow- bzw. Variolith-Textur aus dem Murgtal-Sernift der Mürtchenalp erstmals auf einen lagunären Charakter einzelner unterpermischer Eruptiva und Tuffe im «Taminser Kristallin» hin. Die zudem von AMSTUTZ (1954), SCHIELLY (1964) und vom Verfasser beobachtete Fließrichtung der Laven von NW nach SE könnte zudem einem grossräumlich gleichsinnigen Gefälle im Verrucanotrog entsprochen haben, wobei eine Küste im SE eigentlich zu erwarten ist. Man könnte dabei an ein Binnenmeer im Zentrum des Verrucanotroges denken, denn erst im Südtirol ist ja nach HERITSCH (1939) das Unter-Perm marin. Diese Fazies-Überlegungen würden das «Taminser Kristallin» damit auch ins Süd-Helvetikum stellen.

Der Verfasser dankt seiner Gattin für die stetige Mithilfe bei den Geländearbeiten, Herrn Präparator E. SCHÄRLI für die sorgfältige Anfertigung der Dünnschliffe und der dazugehörigen Photos und Herrn Prof. Dr. R. HANTKE für die anregenden Diskussionen.

### Literatur

- AMSTUTZ, G. CH. (1950): Kupfererze in den spilitischen Laven des Glarner Verrucano. Schweiz. Min. Petr. Mitt. Bd. 30, 182—191.
- (1954): Geologie und Petrographie der Ergussgesteine im Verrucano des Glarner Freiberges. Vulkaninst. Imm. Friedländer, Zürich, Publ. Nr. 5.
- (1957): Kleintektonische und stratigraphische Beobachtungen im Verrucano des Glarner Freiberges. Ecl. Geol. Vol. 50/1, 141—160.
- BÄCHTIGER, K. (1960): Ein neues intramagmatisches Kupfervorkommen in den Keratophyrlaven des Gandstockes (Kt. Glarus, Schweiz). Schweiz. Min. Petr. Mitt. Bd. 40/2, 279—288.
- (1963): Die Kupfer- und Uranmineralisationen der Mürtchenalp (Kt. Glarus, Schweiz). Beitr. Geol. Schweiz., Geotechn. Ser. Lfg. 38, 113 S.
- (1965): Intramagmatische Manganerze in einer permischen Eruptivserie des Taminser Kristallins bei Felsberg (GR). Verh. Schweiz. Naturf. Ges., 102—106.
- (1966): Die neuen Goldfunde aus dem alten Goldbergwerk «Goldene Sonne» am Calanda (Kt. Graubünden). Verh. Schweiz. Naturf. Ges., Solothurn. 144.
- (1967): Die neuen Goldfunde aus dem alten Goldbergwerk «Goldene Sonne» am Calanda (Kt. Graubünden). Schweiz. Min. Petr. Mitt. Bd. 47/2 (im Druck).
- (1968a): Regionale Untersuchung der Thermolumineszenz von alpinen Bergkristallen am Beispiel des Taminser Calanda. Schweiz. Min. Petr. Mitt. Bd. 48 (in Vorbereitung).
- (1968b): Die permischen Eruptivgesteine im Felsberger Anteil des «Taminser Kristallins». Teil I. Schweiz. Min. Petr. Mitt. Bd. 48 (in Vorbereitung).
- Die permischen Eruptivgesteine im Felsberger Anteil des «Taminser Kristallins». Teil II. Schweiz. Min. Petr. Mitt. Bd. 49 (in Vorbereitung).
- BLUMENTHAL, M. (1911): Geologie der Ringel-Segnesgruppe. Beitr. Geol. Karte d. Schweiz, NF, Lfg. 33.
- DIETRICH, V.; DE QUERVAIN, F.; NISSEN, H.-U. (1966): Turmalinasbest aus alpinen Mineralklüften. Schweiz. Min. Petr. Mitt. Bd. 46/2, S. 695—697.
- FISCH, W. (1961): Der Verrucano auf der Nordost-Seite des Sernftals (Kt. Glarus). Mitt. Naturf. Ges. Glarus, Heft XI.

- HERITSCH, F. (1939): Karbon und Perm in den Südalpen und in Südosteuropa. Geol. Rundschau. Bd. 30, 529—588.
- HUBER, R. (1964): Etude géologique du massif du Gufelstock avec stratigraphie du Verrucano. Mitt. Geol. Inst. ETH u. Univ. Zürich. NF Nr. 23.
- HÜGI, TH. (1941): Zur Petrographie des östlichen Aarmassivs (Bifertengletscher, Limmernboden, Vättis) und des Kristallins von Tamins. Schweiz. Min. Petr. Mitt. Bd. 21, 1—119.
- JAFFÉ, F. C. (1955): Les ophiolites et les roches connexes de la région du Col des Gêts. Schweiz. Min. Petr. Mitt. Bd. 35, 1—150.
- NASJEDKIN, W. W. (1963): Wasserhaltige vulkanische Gläser von saurer Zusammensetzung, ihre Genese und Umwandlungen. Arb. Inst. Geol. v. Erzlagerstätten, Petr., Min. u. Geochemie, Ausg. 98, Moskau. Akad. Wiss. UdSSR. (Russisch.)
- PIPEROFF, CH. (1897): Geologie des Calanda. Beitr. z. Geol. Karte d. Schweiz, NF, Lfg. 7.
- REINHARD, M. (1931): Universal-Drehtischmethoden. Basel, Wepf & Cie.
- RYF, W. H. (1965): Geologische Untersuchungen im Murgtal (St. Galler Oberland). Diss. Univ. Zürich.
- SCHIELLY, H. (1964): Geologische Untersuchungen im Deckengebiet des westlichen Freiberges (Kt. Glarus). Diss. ETH, Zürich.
- THEOBALD, G. (1856): Der Calanda. Jber. Naturf. Ges. Graubündens. NF 1, 7—43.
- TRÖGER, W. E. (1956): Optische Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale. Teil 1 (Bestimmungstabellen). Stuttgart. E. Schweizerbart. 2. Aufl.
- TRÜMPY, R. (1967): Considérations générales sur le «Verrucano» des Alpes suisses. Symposium sur le Verrucano. Pisa (im Druck).
- VUAGNAT, M. (1946): Sur quelques diabases suisses. — Contribution à l'étude du problème des spilites et des pillow lavas. Schweiz. Min. Petr. Mitt. Bd. 26, 116—228.
- (1948): Remarques sur trois diabases en coussins de l'Oberhalbstein. Schweiz. Min. Petr. Mitt. Bd. 28, 263—273.
- (1951): Le rôle des roches basiques dans les Alpes. Schweiz. Min. Petr. Mitt. Bd. 31, 309—322.
- WLASSOW, G. M., WASSILEWSKI, M. M. (1964): Die hydrothermal veränderten Gesteine von Zentral-Kamtschatka, ihre Erzführung und die Gesetzmässigkeiten der räumlichen Verteilung. Moskau. Nedra. (Russisch.)

Anschrift des Verfassers: Dr. Ing. K. Bächtiger, Institut für Kristallographie und Petrographie der Eidg. Technischen Hochschule, Sonneggstrasse 5, 8006 Zürich.

