

## Zusammenfassung

Beobachtungen an Gesteinen des Halleschen Paläovulkanit-Komplexes führten zu Vorstellungen, die auf Ausschmelzungen des rhyolithischen Magmas in der Spätphase der variszischen Tektogenese bei Temperaturen von  $> 500\text{ }^{\circ}\text{C}$  und Drücken von  $> 10^9\text{ Pa}$  hinweisen. Die hohen Drücke sind durch den Einbau des „Schwantke-Moleküls“  $\text{CaAl}_2\text{Si}_6\text{O}_{16}$  angedeutet. Auf den fleckenhaften Aufbau (Sanidin/Perthit) der Alkalifeldspäte, den Zonarbau der Plagioklase, die thermische Zersetzung intratellurischer Mg/Fe-Dunkelglimmer bei der Extrusion sowie auf den Einfluß der Sauerstoff-Fugazität bei der Pigmentierung der pleochroitischen Höfe durch Ferrioxide wird hingewiesen. Die spätere, aber zum vulkanologischen Vorgang gehörende  $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ -Metasomatose und ihre stoffliche Auswirkung auf die Einsprenglinge und Grundmassen der Gesteine durch Bildung von Sericit, Calcit und Plagioklas II (Albit) wird behandelt.

## Summary

*Genetic and volcanologic considerations based on petrographic studies of minerals of the acid eruptive rock at the Halle paleovolcanic rock complex*

Observations at the Halle paleovolcanic rock complex led to conceptions pointing to liquation of the rhyolitic magma in the late phase of the Variscan tectogenesis at temperatures of  $> 500\text{ }^{\circ}\text{C}$  and pressures of  $> 10^9\text{ Pa}$ . The high pressures are indicated by the insertion of the „Schwantke-molecules“  $\text{CaAl}_2\text{Si}_6\text{O}_{16}$ . Attention is drawn to the spot-type structure (sanidine/perthite) of the alkali feldspars, the zoning of the plagioclases, the thermal decomposition of intratelluric Mg/Fe dark mica in the extrusion, and to the influence exercised by oxygen fugacity in the pigmentation of the pleochroic haloes by ferrioxides. The later  $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$  metasomatosis, which is part of the volcanic event, and its material effect on the xenocrysts and bases of the rocks by the formation of sericite, calcite and plagioclase II (albite) is dealt with.

## Genetische und vulkanologische Betrachtungen an Hand petrographischer Studien an Mineralen der sauren Eruptivgesteine des Halleschen Paläovulkanit-Komplexes

*Mit 11 Photos im Text*

*Autor:*

Dr.-Ing. HANS KARL LÖFFLER  
Julian-Grimau-Straße 1  
Schkopau 1  
4212

---

Hall. Jb. f. Geowiss. Bd. 11  
Seite 95...104  
VEB H. Haack Gotha 1986

## Резюме

### *Генетические и вулканологические соображения на основе петрографических исследований минералов кислых извержений пород гальского древневулканического комплекса*

Наблюдения за породами гальского древневулканического комплекса привели к предположениям, которые указывают на выплавку риометовой магмы в позднюю фазу вариссийского тектогенеза при температуре  $> 500^{\circ}\text{C}$  и давлении  $> 10^9$  Па. Высокое давление указывает на содержание колеблющейся молекулы  $\text{CaAl}_2\text{Si}_6\text{O}_{16}$ . Указывается на пятнистую структуру [санидин] пертит/щёлочного полевого шпата, зональное строение плагиоклаза, термическое разложение интрателлурической тёмной слюды Mg/Fe при экструзии, а также на влияние кислородной фугитивности при пигментации плеохроичных дворинок окисью железа. Рассматривается поздний, но принадлежащий к вулканологическому процессу метасоматоз  $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$  и его вещественное воздействие на фенокристалл и основные массы пород путём образования серицита, кальцита и плагиоклаза II [альбита].

## 1. Einleitung

Die Vulkanite und Subvulkanite des Halle-schen Paläovulkanit-Komplexes sind bei genauer Betrachtung durch Kriterien gekennzeichnet, die für eine stärkere Präzisierung des vulkanischen Geschehens, also auch für die Erklärung der Genese dieser Gesteine, geeignet erscheinen.

Als solche werden genannt:

- der Erhaltungszustand der Biotite und die Art sowie der Grad ihrer Veränderung,
- der fleckhaft verschiedene Aufbau der K/Na-Feldspäte,
- das Auftreten von Sanidin neben perthitischen K/Na-Feldspäten,
- der Erhaltungszustand der Ca/Na-Feldspäte (Plagioklase) und die Art ihrer Ausaperung (narbenartige Herauslösungen),
- die Lösungserscheinungen an Quarz sowie dessen Zerstückelung,
- das Auftreten von pigmentierten statt pleochroitischen Höfen um Zirkonkristalle,
- die Ausbildungsverschiedenheiten der Grundmassen.

Dazu kommen Einflüsse, die die primäre Ausbildung überlagern. Hierfür kommt besonders die gegenseitige Beeinflussung im Kontakt der verschiedenen Ergüsse untereinander und beim Aufstieg der Subvulkanite gegenüber bereits vorhandenen Vulkaniten (LÖFFLER und SEYDEWITZ 1978, LÖFFLER 1979) in Frage.

## 2. Der fleckhaft verschiedene Aufbau der K/Na-Feldspäte und das Auftreten von Sanidin neben perthitischen Feldspäten

Als Einsprenglinge (Phenokristen) kommen in den Vulkaniten und Subvulkaniten des Halle-schen Paläovulkanit-Komplexes orangefarbene K/Na-Feldspäte vor, die unter dem Mikroskop in Dünnschliffen entweder homogen, das heißt glasklar, oder trüb auftreten (Photo 1). Es erscheinen aber auch K/Na-Feldspäte, die fleckige Partien aufweisen. Das bedeutet, daß in einem

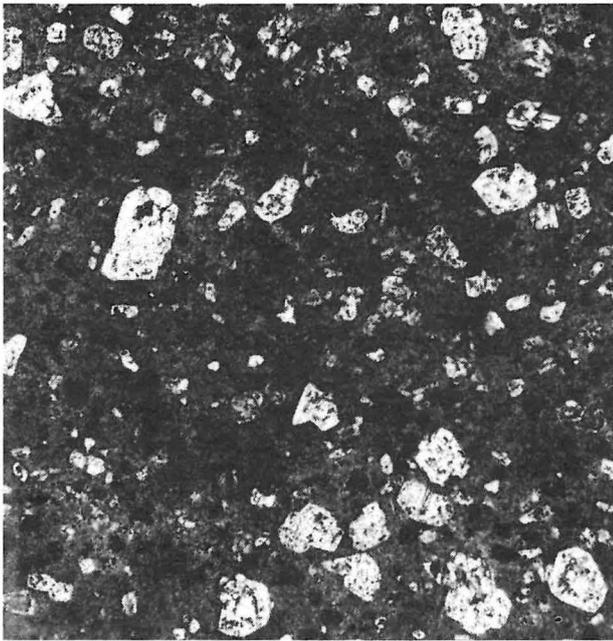


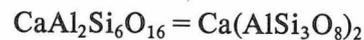
Photo 1  
Gefleckte Alkalifeldspäte (klar/trüb) als Einsprenglinge  
im Subvulkanit Typ Löbejün.  
Anschliff

Kristall glasklare neben trüben Stellen vorhanden sind, wobei es den Anschein hat, als seien die trüben Partien nachträglich aus den glasklaren entstanden. Die glasklaren Stellen haben die Optik des Sanidins, die trüben sind perthitisch entmischelt aufgebaut (KAEMMEL, SCHWAB und SEYDEWITZ 1970).

Es muß davon ausgegangen werden, daß die Magmen der Halleschen Vulkanite und Subvulkanite zum Zeitpunkt der Kristallisation der K/Na-Feldspäte unterschiedliche Konzentrationen von Kalium und von Natrium aufwiesen. Dadurch kam es einmal zu Anwachszone, die kaliumreich, zum anderen natriumreich waren. Dies deutet wiederum auf ein langsames intrakristalcs Wachstum der Kristalle hin. Bei den hohen Temperaturen wurde Sanidin neben Natronsanidin bzw. Anorthoklas zonenweise gebildet. Erfolgt der Abkühlungsprozeß der Schmelze langsam, so werden einmal die ausgeschiedenen Kristalle, im besagten Fall die Einsprenglinge, größer, zum anderen werden diese einer Temperung unterworfen. Dabei können sich die im jeweiligen Temperaturbereich möglichen Gleichgewichte zwischen K- und Na-Feldspat einstellen. Das führt infolge der Veränderung der Stabilitätsfelder in den Mischungs-

verhältnissen zu Entmischungen, im besagten Falle zu Perthiten (Photo 2). Natriumreiche Sanidine und Anorthoklas werden, weil sie instabil sind, zerstört und zu Perthiten umgebildet, wobei gleichzeitig der Übergang zur Tieftemperaturoptik erfolgt.

Im Temperatur- und Druckbereich der Bildung der Alkalifeldspäte ist der Einbau von Ca zu berücksichtigen. Als Postulat steht die Übersättigung der Schmelzen an SiO<sub>2</sub> fest. Die Entstehung der Schmelzen wird bei Temperaturen oberhalb von 500 °C stattgefunden haben. Verschiedentlich ist darauf hingewiesen worden, daß Ca bei Temperaturen über 500 °C und bei Drücken größer 10<sup>9</sup>Pa (10 kbar) mit in die hochsilifizierte Stoffkomponente des „Schwantke-Moleküls“ eingebaut wird (SCHWANTKE 1909, CARMAN und TUTTLE 1963, 1967, PHILLIPS 1964). Dies bedeutet, daß



beständig ist und weist darauf hin, daß bei der Bildung der sauren Gesteinsschmelze und der anschließenden Bildung der Alkalifeldspäte auch in der Halleschen Schmelze  $t > 500$  °C und  $p > 10^9$ Pa geherrscht haben müssen. Dies ist eine bemerkenswerte genetische Aussage, zumal sie einen Hinweis auf die Ausschmelzungsbedingungen der magmatischen Schmelze aus dem Krustenmaterial in der spätvariszischen Phase gibt.

Es wurde schon von der Geschwindigkeit des Durchlaufens von Temperaturbereichen bei der

Photo 2  
Perthitisch entmischter Alkalifeldspat als Einsprengling  
im Rhyolith des Quetzer Berges,  
Stbr. Q 50. Dünnschliff, Nikol x



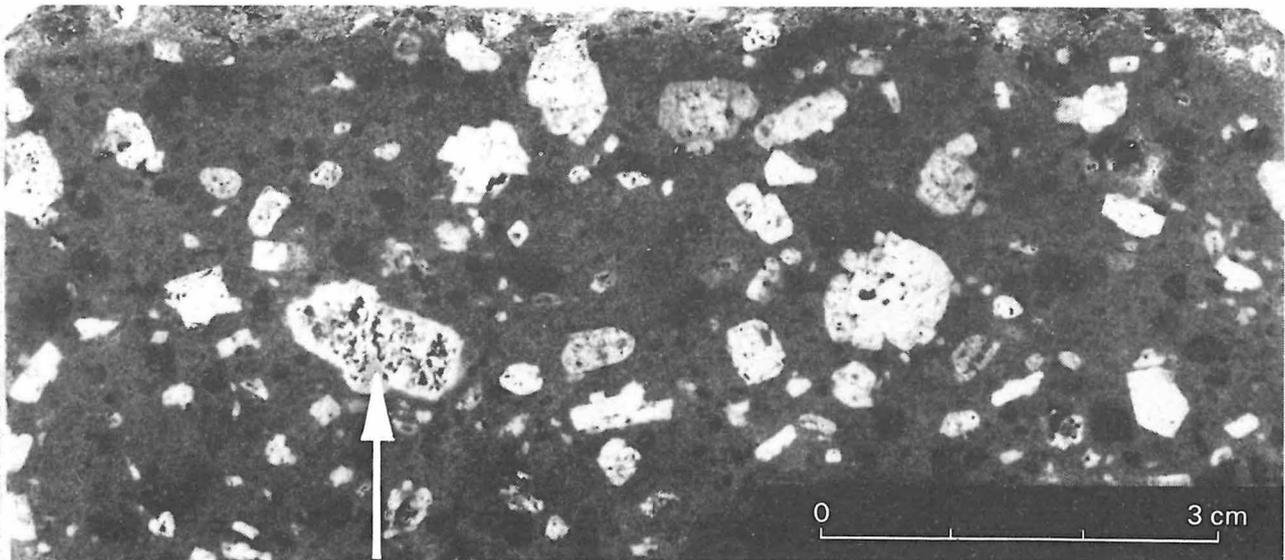
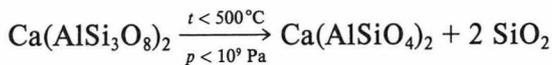


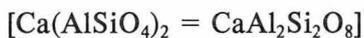
Photo 3  
Zonarer Kalknatronfeldspat als Einsprengling im Subvulkanit Typ Löbejün mit ausgeaparter Kernpartie.  
Anschliff

Abkühlung von Schmelzen gesprochen. Wenn dies langsam genug geschieht, damit perthitische Entmischungen auftreten können, wird auch der Stabilitätsbereich des „Schwantke-Moleküls“ unterschritten. Es wird gemäß Gleichung 1 zerstört.



„Schwantke-Molekül“ Anorthit Quarz

Quarz und der niedrigere Silifizierungsgrad des Calciumnephelins, d. h. der Anorthit



wird gebildet. Dies bedeutet wiederum, daß im Bereich der Alkalifeldspäte im Kryptobereich Quarz zu erwarten ist.

### 3. Der Erhaltungszustand der Ca/Na-Feldspäte (Plagioklase) und die Art ihrer Ausaperung

Die Kalknatronfeldspäte sind zonar aufgebaut. Im derzeitigen Erhaltungszustand ist dieser Zonarbau makroskopisch durch eine poröse Innen- und eine homogene Außenzone erkennbar (Photo 3). Infolge der Schwerlöslichkeit von

Calciumverbindungen in silikatischen Schmelzen, also entsprechend der Regel, daß in den Plagioklasen im Moment ihrer Bildung zuerst Ca-reichere Zonen ausgeschieden werden, ist mit Bestimmtheit anzunehmen, daß auch in sauren Gesteinen wie den Rhyolithen des hiesigen Subvulkanittypus der Ca-Anteil, soweit er nicht aufgrund der Löslichkeitsverhältnisse durch den Einbau als „Schwantke-Molekül“ in die Alkalifeldspäte verbraucht wurde, in den Plagioklasen als Anorthitmolekül, bevorzugt also in den Kernen, erscheint.

Aus dem Auftreten und der Entstehung der Kalknatronfeldspäte ist genetisch herauszulesen, daß die Kristallbildung aus der Schmelze sich im Anfangsstadium auf die Ausscheidung von Ca orientiert und Ca-reiche Zonen in den Plagioklasen ausbildet. Der Alkalihaushalt verschiebt sich dabei derart, daß Na bevorzugt als Albitmolekül zu saureren Plagioklasen verbraucht wird und in den Alkalifeldspäten der Na-Anteil abnimmt. Das ist u. a. eine Voraussetzung für die Bildung zonarer Alkalifeldspäte in den Halleschen Eruptiva. Der derzeitige Erhaltungszustand der Kalknatronfeldspäte ist nicht der ursprüngliche. Er ist sekundär aufgeprägt. Dabei muß betont werden, daß sekundär in diesem Falle keinem Verwitterungsvorgang, sondern dem Ablauf eines zweiten vulkanomagmatischen Prozesses entspricht. Durch einen

Hiatus vom primären Erstarrungsprozeß getrennt, erfolgte eine Metasomatose unter Beteiligung von  $H_2O$  und  $CO_2$ . Sie bewirkten vereint als  $H_2CO_3$  die Metasomatose und lösten Ca heraus. Dadurch kam es zu der eigenartigen narbenartigen Löcherbildung, der Ausaperung.

#### 4. Der Erhaltungszustand der Biotite und die Art sowie der Grad ihrer Veränderung

Magnesium/Eisen-Dunkelglimmer der Biotitgruppe gehören in sauren Magmen zu den zuerst ausgeschiedenen Mineralen. Die im Halleschen Paläovulkanit-Komplex verbreiteten sauren Effusivgesteine kamen im Magmenzustand bei der Extrusion mit dem Sauerstoff der Atmosphäre in Berührung. Ein extrudierendes saures Magma raucht als Volatile auch Wasserstoff ab. Dieser verbindet sich bei den Extrusionstemperaturen mit Sauerstoff in der Knallgasreaktion zu Wasser. Da dieser Vorgang stark exotherm ist, also Wärme entwickelt, erfolgt eine zusätzliche Aufheizung des extrudierenden Magmas. Diese Feststellungen ermöglichen, wenn gekrackte Biotite in Vulkaniten gefunden werden, zwei genetische Aussagen (Photo 4a und b). Einmal weisen sie darauf hin, daß die Dunkelglimmer bereits vor der Extrusion ausgeschieden waren. Zweitens bewirkt die Aufheizung des ausfließenden Magmas durch die exothermen Gasreaktionen auf Temperaturen von mindestens  $1000^\circ C$ , daß der Stabilitätsbereich der Biotite überschritten wurde (WINKLER 1976, LÖFFLER 1973). Das Auftreten von Hämatit statt Magnetit bei der Biotitkrackung dokumentiert die herrschende hohe Sauerstoff-Fugazität gemäß Gleichung 2:



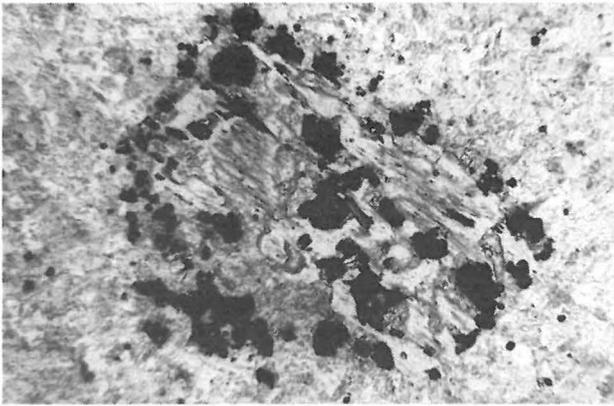
Je nach Stärke der zusätzlichen Aufheizung des Magmas sind die Biotite der Effusiva entweder vollständig oder nur randlich gekrackt. Wenn auch in Subvulkaniten Mg/Fe-Dunkelglimmer mit Opacitkränzen auftreten, so ist dies auf Instabilitätserscheinungen von intratellurisch gebildeten Biotiten beim Aufsteigen in geringere Druckbereiche zurückzuführen.

#### 5. Das Auftreten von pigmentierten statt pleochroitischer Höfe um Zirkonkristalle

Durch die Strahlung der in den Zirkonen, auch in Monaziten eingebauten radioaktiven Elemente werden besonders in Magnesium/Eisen-Dunkelglimmern pleochroitische Höfe erzeugt. Werden diese einer thermischen Beanspruchung unterworfen, so werden sie genauso wie die Biotite gekrackt, und es scheiden sich oxidische opake Erzkörnchen aus (Photo 5a und b). Auch hier ist die genetische Aussage bedeutend. Wenn in Vulkaniten solche pigmentierten Höfe auftreten, müssen bei der Extrusion bereits pleochroitische Höfe vorhanden gewesen sein. Dies bestätigt vor allem, daß die Träger dieser Höfe längere Zeit vorhanden gewesen sein müssen, denn sonst wären diese nicht gebildet worden. Sie sind also intratellurische Erstausscheidungen aus dem Magma, und die Strahlungsträger existierten früher als diese. Pigmentierte Höfe kommen, und dies ist verständlich im Halleschen Paläovulkanit-Komplex, nur in Oberflächenvulkaniten vor, nicht aber in Subvulkaniten. Sie sind also das Produkt der Zusatzerwärmung der Vulkanite durch die Gasreaktionen.

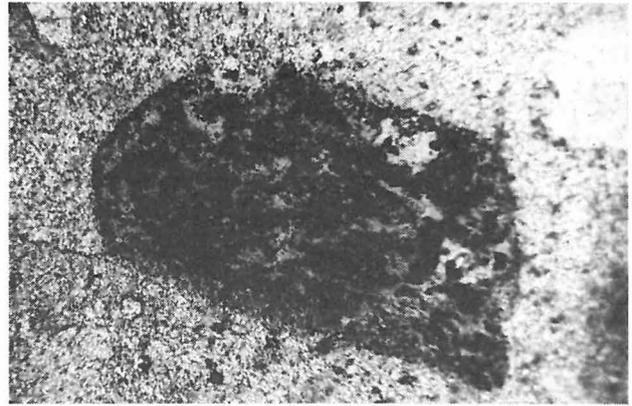
#### 6. Die „Lösungerscheinungen“ an Quarz sowie dessen Zerstückelung

Die sauren Vulkanite und Subvulkanite des Halleschen Paläovulkanit-Komplexes enthalten in einem hohen Maße Einsprenglinge von Quarz. Diese sind überwiegend zerbrochen (Photo 6). In den Zwischenräumen der Bruchstücke befindet sich Grundmasse in feinstgranularer Ausbildung. Sie vermittelt den Eindruck, als ob die Lava beim Eindringen eine echte flüssige Schmelze von Alkalialuminopolysilikat war, die auf kälteres Material stieß und glasig erstarrte, wobei später infolge eines Temperaturengleiches (Temperung) eine Entga-



4a

0 500 μm



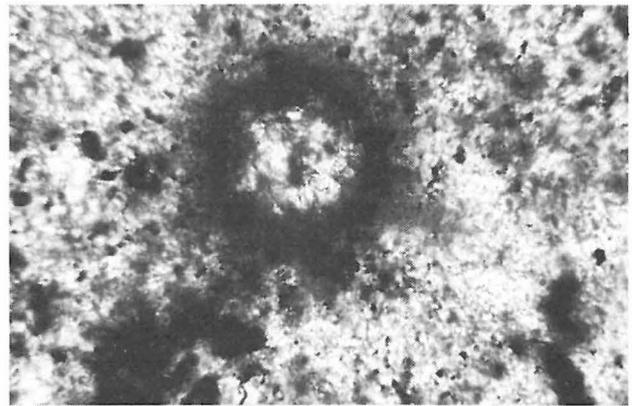
4b

0 500 μm



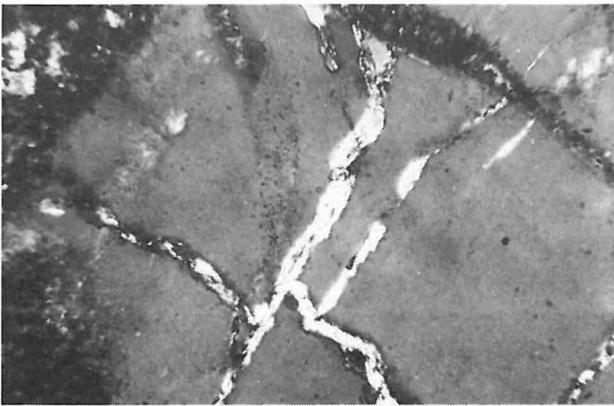
5a

0 100 μm



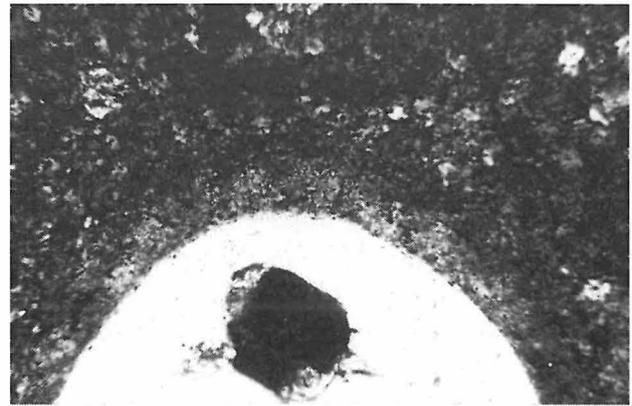
5b

0 500 μm



6

0 200 μm



7

0 200 μm

**Photo 4**

a) Vollständig thermisch gekrackter Biotit im effusiven Rhyolith vom Petersberg.

Dünnschliff, ohne Nikol

b) Randlich und längs von Spaltrissen unvollständig thermisch gekrackter Biotit im Subvulkanit Typ Landsberg 2,

Stbr. Windmühlenberg bei Schwerz, Sohle 2. Dünnschliff, ohne Nikol

**Photo 5**

a) Gekrackter, jetzt pigmentierter Hof um Zirkon in gekracktem Biotit. Dunkelrotbrauner effusiver Rhyolith, Stbr. Brömme, Petersberg. Dünnschliff, parallele Nikol

b) Großer Orthit mit schmalen pigmentiertem Hof. Subvulkanit Typ Landsberg 2, Stbr. Windmühlenberg bei Schwerz, Sohle 2. Dünnschliff, ohne Nikol

**Photo 6**

Zerbrochener Quarz-Einsprengling mit auf den Rissen eingedrungener Grundmasse und vorauseilender fluider Phase, die zu Muskovit kristallisierte. Effusiver Rhyolith des Petersberges, Stbr. „Brömme“. Dünnschliff, Nikol x

**Photo 7**

Gerundeter Altquarz als Einsprengling mit feinstkörnigem Abkühlungsrand der Grundmasse in symplektischer Grundmasse. Schwarzer Rhyolith des Windmühlenberges bei Schwerz. Dünnschliff, Nikol x

(Photos LÖFFLER/NUGLISCH)

sung in feinste Verwachsungen von Quarz und Feldspat, also eine Rekristallisation, stattfand. Bemerkenswert ist, daß die Bruchstücke der Quarze nicht gerundet, sondern spitzeckig sind. Es hat den Anschein, daß für das Bersten der Kristalle mechanische Momente (Reibung und Spannung) noch im Frühstadium der Magmentstehung verantwortlich zu machen sind. Ob sie Restquarzite aus dem Vorgang der Ausschmelzung des Krustengesteins (RITTMANN 1981) sind, sei dahingestellt. Die Möglichkeit soll aber hier erwähnt werden. Jedenfalls waren sie intratellurisch vorhanden. Eine andere Erklärung bietet sich zur Zeit nicht an. Sprünge in den Quarzkristallen, wie sie als Folgeerscheinung einer Massekontraktion des Gesteins nach der Kristallisation der Grundmasse auftreten und den Quarz mit umgebender Grundmasse als Perlitsprünge erfassen (Abb. 4 in: HAFER-MALZ, KNOTH und LÖFFLER 1980), kommen hierfür nicht in Betracht.

An Quarzen sind auch Lösungserscheinungen zu beobachten. Diese sind als Rundungen und Einbuchtungen erkennbar (Photo 7). Sie treten meist bei extrusiven Vulkaniten auf. Sicher ändert sich die Löslichkeit von  $\text{SiO}_2$  in der Schmelze durch Temperatur- und Druckschwankungen vor allem bei eintretendem Wirksamwerden der inkompatiblen, sich durch Migration und Druckentlastung konzentrierenden Volatilen ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Das heißt im besagten Falle, daß die Löslichkeit sich vergrößert.

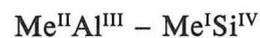
Über die Gründe der unterschiedlichen Ausbildung der Grundmassen bei den Effusiva und den Subvulkaniten des Halleschen Paläovulkanit-Komplexes ist schon ausführlich berichtet worden. Es kann hier auf LÖFFLER (1983) verwiesen werden.

## 7. Sericit, Calcit und Plagioklas II (Albit)

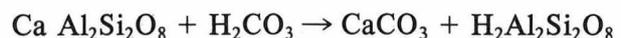
Die bisherigen Ausführungen betreffen Beobachtungen von Vorgängen, die unmittelbar die Extrusion oder Intrusion des erschmolzenen Magmas bis zur Platznahme dokumentieren. Durch einen zeitlichen Hiatus getrennt, er-

scheint ein weiterer Vorgang, der nach der Platznahme und Verfestigung, aber noch vor der restlichen Abkühlung, also bei hohen Temperaturen, ablief. Es ist die Einwirkung von  $\text{CO}_2$  und  $\text{H}_2\text{O}$  in der aktiven Form von  $\text{H}_2\text{CO}_3$  als Metasomatose. Die Temperaturspanne der Metasomatose kann zwischen 350 und 500 °C gelegen haben. Lügen die Temperaturen niedriger, so würden andere, als „Verwitterungs“-Reaktionen anzusehende Vorgänge stattgefunden haben. Daß im späteren Ablauf des Geschehens hydrothermale Tieftemperaturbildungen wie Laumontit, „Petersberg“-Illit etc. auftreten können, ist nicht von der Hand zu weisen. Diese sind jedoch hier nicht gemeint.

Bei dem Vorgang der Abkühlung wurde bereits der Zerfall des „Schwantke-Moleküls“ in Anorthit und Quarz erwähnt. Der Anorthit ist nur unter Berücksichtigung der Diadochie



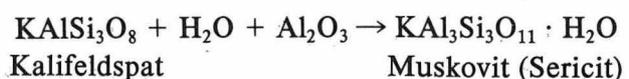
als ein Feldspat anzusehen. Er kristallisiert triklin. Chemisch gesehen ist das Molekül des Anorthits jedoch das Calciumsalz der „Nephelinsäure“ [ $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8 = \text{Ca}(\text{Al SiO}_4)_2$ ]. Das läßt chemisch durchaus den Schluß zu, daß sich das Molekül Anorthit gegenüber Angriffen aggressiver Medien anders verhält als die höher silifizierten Moleküle der einwertigen Aluminiumsilikate vom Typ der Alkalifeldspäte. So ist zum Beispiel der Anorthit anfällig gegenüber aktivem  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$  als  $\text{H}_2\text{CO}_3$ . Es kommt zu einem Kationenaustausch gemäß Gleichung 3:



Das entstandene Molekül zerfällt in Wasser,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  und  $\text{SiO}_2$  gemäß Gleichung 4:



Unter den gegebenen pt-Bedingungen werden  $\text{H}_2\text{O}$  und  $\text{Al}_2\text{O}_3$  als in saurem Magma unerwünschte Moleküle sofort vom Molekül des Kalifeldspates abgefangen und gemäß Gleichung 5 wird Muskovit (Sericit) gebildet:



Der Vergleich dieser Erörterungen mit dem mikroskopischen Befund läßt völlige Übereinstimmung erkennen. In den sauren Eruptivgesteinen

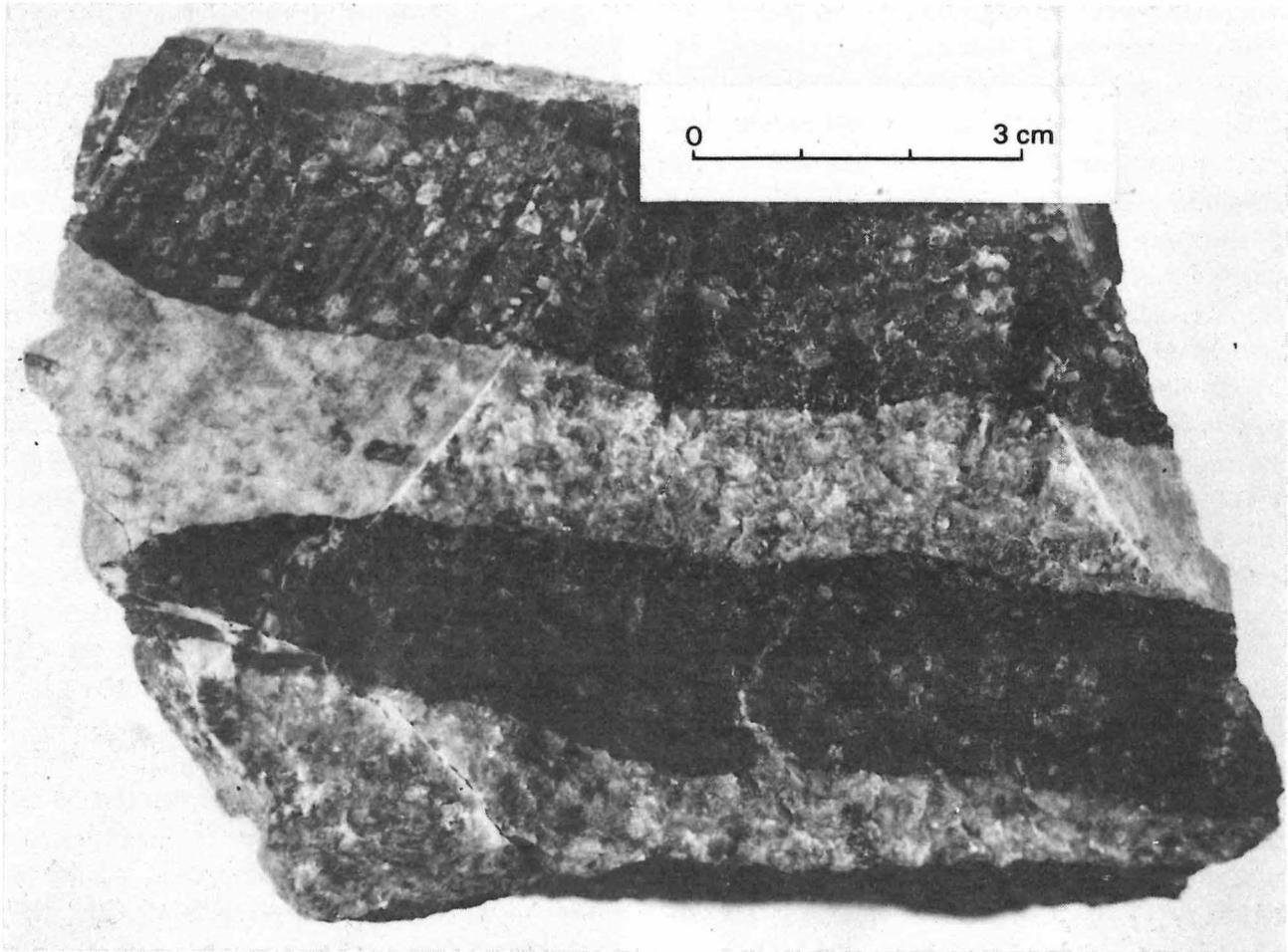


Photo 8  
 Calcit-Gänge mit etwas Sericit ohne Exo- oder Endogenbeeinflussung im Vulkanit des Windmühlenberges bei Scherz.  
 Anschliff (Photo LÖFFLER/NUGLISCH)

des Halleschen Paläovulkanit-Komplexes sind Calcit und Sericit in reichlichem Maße als Minerale im Grundgewebe verstreut bzw. als Gängchen oder in Drusen auffindbar (Photo 8). Der Alkalifeldspat, dem das Kaliumaluminosilikat zur Sericitbildung entzogen wird, enthält ja noch gewisse Anteile des Natriumderivats. Dieses ist als Plagioklas II, als Albit bis Oligoklas in Kriställchen sowie als Füllung von Gängchen oder als Kristallrasen auf Klüften zu finden (Photo 9).

Bezogen sich die vorstehenden Ausführungen auf die Ausscheidung der Einsprenglinge und auf die Platznahme der Extrusions- und Intrusionsvorgänge auf diesen, so ist nicht zu übersehen, daß sie sich auch auf die Grundmasse auswirken. Diese ist de facto aus den gleichen Mineralien zusammengesetzt, nur daß diese in der Erscheinungsform aufgrund des Temperaturgefälles beim Durchschreiten der „liquidus/soli-

dus“-Phase viel kleiner ausgebildet wurden. Die Auswirkung der Sekundärphase, also der Metasomatose mit  $\text{CO}_2$  und  $\text{H}_2\text{O}$  in aktiver Form, ist auf die Grundmassen der Vulkanite und Subvulkanite die gleiche wie die bei den Einsprenglingen beobachtete. Bevorzugt ist in diesem Falle der Verbrauch an Kalifeldspat und die Bildung von Muskovit und Albit II im Gesteinsgewebe. Dies wird im mikroskopischen Bild an dem über den gesamten Grundmassenbereich verstreuten Anfall an Sericit, Calcit sowie in der Neubildung von Plagioklas II (Albit) sichtbar.

## 8. Diskussion

Auf Grund der petrographischen Studien an Mineralen der sauren Vulkanite und Subvulkanite des Halleschen Paläovulkanit-Komplexes

sind eine Reihe von Erkenntnissen festzuhalten.

1. Der Einbau von Calcium als „Schwantke-Molekül“ in die Alkalifeldspat-Einsprenglinge der Subvulkanite (intrusive Rhyolithe bzw. Granitporphyre) läßt den Schluß zu, daß nach der Ausschmelzung des Magmas des Halleschen Paläovulkanit-Komplexes aus Krustenmaterial die Schmelze mit Temperaturen von weit über 500 °C bei einem hohen Druck von mindestens  $10^9$  Pa in der Nachphase der variszischen Tektonogenese, das heißt im Autun, bereitstand und vor dem Einsetzen der Eigenbeweglichkeit erste komplexe Feldspatkristalle und Dunkelglimmer ausbilden konnte.

2. Die Einsprenglinge der sauren Eruptivgesteine des Halleschen Paläovulkanit-Komplexes sind Bildungen aus einem schmelzflüssigen Zustand, die entsprechend der Schnelligkeit des Durchfahrens des „liquidus“-Bereiches entweder bei den Vulkaniten klein oder bei den Subvulkaniten größer in Erscheinung treten. Für die komplexen Feldspäte und für die Magnesium/Eisen-Glimmer ist es als zwingend anzusehen, daß sie schon in der Schmelzphase des intratellurischen Stadiums ausgeschieden wurden. Sonst wäre zum Beispiel bei den Magnesium/Eisen-Glimmern die Ausbildung der pleochroitischen Höfe um die in ihnen befindlichen Zirkone nicht möglich, weil die Höfe bei der Extrusion ja zerstört und mit  $Fe_2O_3$ -Pigment versehen werden. Ebenso könnten die Magnesium/Eisen-Glimmer bei der Extrusion gekrackt werden. Die intratellurische Frühbildung und das Vorhandensein einer Aufheizung des Magmas bei der Extrusion infolge der Verbrennung des Wasserstoffs mit dem atmosphärischen Sauerstoff (Knallgasreaktion) auf Temperaturen über die Stabilitätsgrenze der Biotite, das heißt auf 900 bis 1000 °C, sind die Bedingungen für das Auftreten dieser Erscheinungen (WINKLER 1976, JAEGER 1957, LÖFFLER 1973).

3. Bei den Subvulkaniten muß die Abkühlung der Schmelze relativ langsam vor sich gegangen sein. Nur dadurch konnten sich die größeren Einsprenglinge ausbilden. Als die Ausbildung der Grundmasse, d. h. die rasche, kurzfristige Verfestigung der Restschmelze (Alkalialuminopolysilikat) durch Unterkühlung einsetzte, sank die Temperatur noch so relativ langsam ab, daß

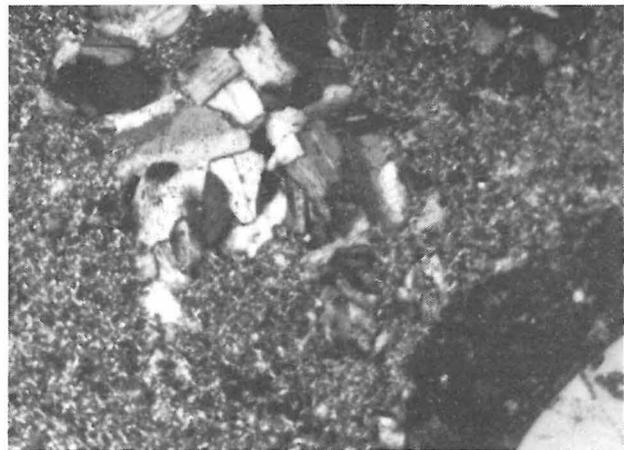


Photo 9

Albit (Plagioklas II) im Vulkanit des Petersberges.

Rechts unten Relikt-Quarz-Einsprengling mit abgeschrecktem Grundmasse-Rand.

Dünnschliff, Nikol x

(Photos LÖFFLER/NUGLISCH)

sich durch Entmischung in Quarz und Feldspat ein mikrogranitisches und kein glasiges Gefüge ausbildete.

Die geringe Geschwindigkeit der Magmenabkühlung wirkte sich auf die schon ausgeschiedenen Einsprenglinge, zum Beispiel die K/Na-Feldspäte, als Temperung aus, so daß sich Gleichgewichtsreaktionen einstellen konnten. Natronanidin und Anorthoklas entmischten sich zu Perthiten.

4. Die Quarz-Einsprenglinge bilden zwei verschiedene Erscheinungen ab. Einmal sind sie im intratellurischen Bereich zerbrochen und könnten als Aufschmelzungsreste aus dem Krustenmaterial (RITTMANN 1981) gedeutet werden. Zwischen den Bruchstücken und um die Kristalle ist die Grundmasse sehr verdichtet (Photo 7, 9). Dies deutet auf Temperaturunterschiede zwischen Schmelze und „alten“ Quarzkristallen hin, die demzufolge tiefer temperiert waren. Zum anderen zeigen sie Perlitsprünge, die auf die benachbarte Grundmasse überspringen (HAFERMAZ, KNOTH und LÖFFLER 1980). Sie sind also als Kontraktionseffekte bei der Abkühlung des bereits verfestigten Gesteins zu werten.

Abschließend sei die Lösungskorrosion erwähnt. Die Rundung der Quarze und die rundlichen Einbuchtungen können einmal als Lösungserscheinungen bei unterschiedlich ausgebildeten Temperaturen und Drücken, aber auch

als Anwacherscheinungen von Quarzsubstanz an Quarzbruchstücken gedeutet werden (RITTMANN 1981).

## Literatur

CARMAN J.H., und O.F. TUTTLE:

Experimental verification of solid solution of excess silica in sanidine from rhyolithes. – In: Geol. Soc. Amer. Abstr. Mtg., Spec. Paper Nr. 76. – New York, 1963, S. 33...34.

–: Experimental study bearing on the origin of myrmekite. – In: Geol. Soc. Amer., Abstr. Mtg., Spec. Paper Nr. 115. – New Orleans, 1967, S. 29.

HAFERMALZ, J.-J., W. KNOTH und H.K. LÖFFLER:

Granit als Xenolith im feinkristallinen Porphyry vom Petersberg nördlich Halle. – In: Zeitschr. f. geol. Wiss. – Berlin 8 (1980), 11, S. 1449...1459.

JAEGER, J. C.:

The temperatures in the neighborhood of a cooling intrusive sheet. – In: Amer. J. Sci. – New Haven 255 (1957), S. 306...318.

KAEMMEL, TH., M. SCHWAB und H.J. SEYDEWITZ:

Mineralogische Untersuchungen an Kalifeldspäten der rhyolitischen Gesteine von Scherz. – In: Zeitschr. f. angew. Geologie. – Berlin 16 (1970), 11/12, S. 471...478.

LÖFFLER, H.K.:

Die Instabilität von Biotit im Eruptivgesteinskontakt und ihr Einfluß auf die Umverteilung des Stoffes bei der periplutonischen Kontaktmetamorphose. – In: Freiburger Forschungs-H. – Leipzig C 293 (1973), S. 91...114.

–: Die Petrographie der Porphyry/Porphyr-Kontakte, die Altersfolge der Porphyre am Windmühlenberg südwestlich Scherz und die Porphyre des Quetzer Berges. – Hallesches Jahrb. f. Geowiss. – Gotha/Leipzig 4 (1979), S. 55...68.

–: Die Grundmassen der sauren Eruptivgesteine des Halleschen Paläovulkanit-Komplexes und die Ursachen ihrer Verschiedenzeit. – In: Hallesches Jahrb. f. Geowiss. – Gotha 8 (1983), S. 31...42.

LÖFFLER, H.K., und H.-J. SEYDEWITZ:

Die Paläovulkanite des Windmühlenberges südwestlich Scherz und ihre Beziehungen zueinander. – In: Zeitschr. f. geol. Wiss. – Berlin 6 (1978), 9, S. 1173...1182.

PHILLIPS, E. R.:

Myrmekite and albite in some granites of the New England batholith, New South Wales. – In: J. Geol. Soc. Australia. – Adelaide 11 (1964), S. 49...60.

RITTMANN, A.:

Vulkane und ihre Tätigkeit. – 3. Aufl. – Stuttgart, 1981.

SCHWANTKE, A.:

Die Beimischung von Ca im Kalifeldspat und die Myrmekitbildung. – In: Centralbl. Min. Geol. Paläont. – Stuttgart (1909), S. 311...316.

WINKLER, H. G. F.:

Petrogenesis of metamorphic rocks. – 4. Aufl. – New York, 1976.