

Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br.	48	H. 2	S. 175—230	Freiburg, 1958
-----------------------------------	----	------	------------	----------------

Die lamprophyrischen Ganggesteine des Malsburgplutons im südwestlichen Schwarzwald

von

Winfried Zimmerle, Whittier (Californien)

Inhalt

Einleitung	175
I. Struktur und Mineralgemengteile der Lamprophyre	179
a) Die Struktur der Lamprophyre	179
b) Hauptgemengteile	192
c) Übergemengteile	196
d) Nebengemengteile	197
e) Fremdeinschlüsse	202
II. Quantitativer Mineralbestand und Klassifizierung der Lamprophyre	206
III. Petrographische Beschreibung einzelner Lamprophyre	214
IV. Lamprophyre und Radioaktivität	218
V. Geologische Verbreitung der Lamprophyre	224
Zusammenfassung	227
Literaturverzeichnis	228

Einleitung

Diese Arbeit knüpft an geologische Untersuchungen an, die während der Jahre 1948—1950 im Rahmen einer Dissertation über den Malsburgpluton (ZIMMERLE, im Druck) ausgeführt wurden. Da das gesammelte Gesteinsmaterial in der mehr tektonisch-geologischen Dissertation nicht vollständig ausgewertet werden konnte, sollen die lamprophyrischen Ganggesteine des Malsburgplutons hier eine gesonderte petrographische Behandlung erfahren.

Ein besonderes Gedenken möchte ich Herrn Prof. Dr. D. HOENES widmen, der meine Arbeit im Südschwarzwald angeregt und stets tatkräftig unterstützt hat. Bei der ersten Durchsicht des Materials waren mir Herr Prof. Dr.

K. H. SCHEUMANN und Herr Prof. Dr. J. FRECHEN behilflich. Herr Dr. A. E. STODDARD von der California Research Corporation führte die Messungen der Radioaktivität aus. Herr J. R. SOUTHER übernahm die Herstellung zusätzlicher Dünnschliffe. Allen sei an dieser Stelle für ihre wertvolle Mithilfe gedankt.

Nachfolgend sind die Ergebnisse jener Autoren zusammengefaßt, die sich mit Lamprophyren des Südschwarzwalds befaßt haben.

GRAEFF (1900) beschreibt ein Kersantitvorkommen aus dem Murgtal, das sich durch wohlausgebildete Pseudomorphosen nach Olivin auszeichnet. ERDMANNSDÖRFFER (1903) erwähnt im Rahmen seiner petrographischen Untersuchungen im Wehratal Minetten, Kersantite und Spessartite. Neben einer eingehenden Beschreibung der einzelnen Mineralgemengteile und ihrer Umwandlungsprodukte nennt er besonders Quarzfremdlinge mit Reaktionssäumen. PHILIPP (1912) beobachtete im mittleren Wiesental (Umgebung von Wembach und Mambach) zahlreiche Lamprophyre der Minettereihe (Minette, Augitminette und Hornblendeminette). Die Hornblendeminette zeigt Übergänge zu den Wehratal-Vogesiten ERDMANNSDÖRFFERS.

Außerdem weist PHILIPP hin auf die Ähnlichkeit dieser Minetten mit den kugelförmigen Ausscheidungen im Mambacher Hybridgranit. Auch aus diesen Minetten sind Fremdquarze mit grünlichen Reaktionsrändern beschrieben. In seinem umfangreichen Werk über den Chemismus der Lamprophyre geht BEGER (1923) auch kurz auf die provinziellen Verhältnisse der damals bekannten und analysierten Lamprophyre des Südschwarzwalds ein. „Das Charakteristikum des lamprophyrischen Restmagmas des südlichen Schwarzwaldes ist also starkes Vorwalten der dunklen Molekeln und hohe Silifizierungsstufe bei mittlerer Ausbildung der Feldspatkerne.“ SUTER (1924) erwähnt in seiner petrographischen Arbeit über das Grundgebirge von Laufenburg auch die dort auftretenden Lamprophyre. Diese uniformen, grünlichschwarzen, meist mächtigen (über 1 bis 1,5 m) Gänge gehören der Minette-Kersantit-Reihe an. Ihre laterale Erstreckung ist gering. Unter strukturellen und petrographischen Gesichtspunkten lassen sich fünf Typen ausscheiden: Hornblendekersantite, gewöhnliche Kersantite, Biotitkersantite, Minetten und Augitkersantite (Typus Murgtal). Quantitative Bestimmungen des Mineralbestands fehlen. Diese Lamprophyre sind jünger als die aplitischen und granitporphyrischen Intrusionen. SUTER beobachtet die Ähnlichkeit bestimmter Augitkersantite des Murgtaltypus mit Hornfelsen und basischen Schlieren des Albtalgranits. Er stellt fest, daß es sich „eher um eine eigentliche Differentiation in situ handelt als um Salbanddifferentiation“ Pseudomorphosen nach Olivin werden aus den Laufenburger Lamprophyren nicht erwähnt. Sagenitgitter in Biotiten treten in allen untersuchten Lamprophyren auf. Meist herrschen albitische Plagioklase vor, seltener wurden auch basische Glieder (Andesin-Labrador) beobachtet. Hoher Feldspatgehalt leitet zur Gruppe der „sauren Kersantite“ über. Eckige Fremdquarzfragmente (milchiger Gangquarz und Gneisquarz) sowie Bruchstücke von Apliten und Gneisen sind häufige Fremdeinschlüsse. Auf Klüften einzelner Biotitkersantite treten Spuren einer As-Vererzung auf, die aber nicht direkt mit der Intrusion der Lamprophyre in Zusammenhang gebracht werden kann. RAY (1925) beschreibt Lamprophyre aus dem Albtalgranit und den Metamorphiten seines Rahmens. Auch er beobachtet, daß die Lamprophyre die jüngsten Gangintrusionen sind innerhalb seines Arbeitsgebietes.

Eine eingehendere Klassifizierung der Lamprophyre in einzelne Untergruppen ist nicht gegeben. Hornblende scheint in diesen Lamprophyren zurückzutreten, Pseudomorphosen nach Cordierit sind dagegen häufig. Olivinpseudomorphosen werden nicht erwähnt. Der Apatitgehalt ist teilweise beachtlich hoch. Beschrieben werden auch Grundmassen mit büschelförmiger Ausbildung. Auch RAY hebt die Ähnlichkeit der Lamprophyre mit dunklen Einschlüssen im Albtalgranit hervor. SCHRÖDER (1929) kartiert und erwähnt schon einige Lamprophyrgänge aus dem Malsburggranit und den kristallinen Gesteinen seines Rahmens (Umgebung der Sirnitzpaßstraße). Allerdings geht er nicht weiter ein auf die mineralogische Zusammensetzung, Struktur und Klassifikation dieser Gesteine. ERDMANNSDÖRFFER (1948, S. 211) betont den lamprophyrischen Chemismus von Glimmersyeniten und Glimmerdioriten aus dem Mambacher Hybridgranit und anderen Schwarzwaldgraniten. Diese Gesteine sind durch Aufarbeitung älterer Gneise und Amphibolite entstanden. Da nun stofflich die Gruppe der lamprophyrischen Ganggesteine im Schwarzwald ganz in den Bereich dieser glimmersyenitischen und glimmerdioritischen Gesteinsgruppe fällt, kann eine Genese der Lamprophyre möglicherweise auch erklärt werden „durch die Persistenz solcher syntektischer Magmen oder auf deren Wiedermobilisierung und Homogenisierung durch Differentiation im Verlauf späterer Phasen des varistischen Tiefenmagmatismus“. Die oft schwierige Unterscheidung von Lamprophyren und basischen Schollen weist ebenfalls in diese Richtung. Einschlüsse von Granat, Cordierit, Sillimanit, Disthen, Spinell u. a., die aus Kersantiten bekannt sind, sind nach ERDMANNSDÖRFFER ebenfalls Hinweise, daß Fremdmaterial aufgenommen worden ist. Auf Grund der Konvergenzerscheinungen bei der Lamprophyrogenese verwehrt sich ERDMANNSDÖRFFER energisch gegen die verallgemeinernde Ansicht verschiedener Autoren, daß die häufige Granit-Lamprophyr-Assoziation nur mechanisch-tektonisch bedingt ist, nicht aber auf eine gemeinsame magmatische Entwicklung zurückgeht. HOENES (1948) betrachtet die Entwicklung von Gangdifferentiaten (Aplite, Granitporphyre und Lamprophyre) als weiteren Hinweis auf eine normale magmatische Kristallisationsdifferentiation der jüngeren Granitintrusionen im Südschwarzwald, vor allem im Albtalgranit. „Im übrigen Südschwarzwälder Gebiet finden sich dagegen aplitische und lamprophyrische Gänge nur in sporadischer Verbreitung, ohne einer bestimmten Granitintrusion zugeordnet werden zu können.“

HOENES geht auch ein auf die Frage der Abhängigkeit der Altersfolge von Ganggesteinen „vom Bildungsort der Schmelzen, der Zeit der Erstarrung und dem gleichzeitig herrschenden tektonischen Bewegungsmechanismus. Daß die Lamprophyrgänge viel jünger sind als die Aplite, Pegmatite und auch die Granitporphyre“, erklärt er dadurch, „daß sie in relativ tiefen Teilen der Magmenreservoirs durch gravitative Differentiation gebildet wurden, darum lange flüssig blieben und erst ganz spät, nachdem die Granitmasse und die leichten Differentiate ihrer oberen Differentiationsschichten bereits längst erstarrt waren, auf tektonischen Spalten den Weg nach oben und nach außen fanden“. Im Falle der lamprophyrischen Ganggesteine liegen Differentiationsort und Erstarrungsort gewöhnlich weit getrennt, während die sauren Ganggesteine eine engere räumliche Beziehung zwischen dem Raum der Differentiation und dem der Erstarrung zeigen. Ferner nimmt HOENES (1949) in einer vergleichenden Studie über die „magmatische Entwicklung und Tiefenstufen im Grundgebirge der Vogesen und des Schwarzwaldes“ auch zur Frage der lamprophyrischen Ganggesteine Stellung. Er stellt der „relativ artenarmen Reihe der Minet-

ten, Kersantite, Glimmerporphyrite, Granitporphyre und Aplite des Schwarzwaldes“ die Vielfalt intermediärer und basischer Ganggesteine speziell des Hochfeldgebietes in den Vogesen gegenüber. Eine durchschnittlich höhere Basizität der Magmen soll in den Vogesen eine größere Differentiationsfähigkeit bedingt haben. In einer nachgelassenen Arbeit weist HOENES (1956) erneut hin auf die Ähnlichkeit bestimmter Lamprophyrtypen mit dioritischen Einschlüssen des St.-Blasier Granits, besonders der feinkörnigen und quarzarmen Abarten mit panallotriomorpher Struktur. Weitere Studien waren geplant, die der Frage nachgehen sollten, „ob eine Ableitung der Südschwarzwälder Lamprophyre als Umwandlungs- und Aufschmelzungsprodukte von in größere Tiefen der Magmenherde abgesunkenen mafitenreichen Fremdgesteinsschollen möglich ist“ ZIMMERLE (im Druck) beschreibt im Rahmen einer geologischen Aufnahme des Malsburgplutons Lamprophyre der Minette-Kersantit-Reihe, ihre mineralogische Zusammensetzung und geologische Verbreitung. Eine quantitative Bestimmung des Mineralbestandes wurde jedoch nicht unternommen.

In vorliegender Arbeit wurden die geologische Beschreibung der Lamprophyre und die Bestimmung des quantitativen Mineralbestands in Tabellen zusammengestellt. Die einzelnen Mineralgemengteile wurden summarisch beschrieben. Nur vier besonders auffallende Lamprophyre wurden im Text angeführt.

Tabelle 1 faßt Angaben über den Gesteinstyp, die Gesteinsfarbe, den Fundort und seine Koordinaten und das geologische Vorkommen zusammen. Die Numerierung der im einzelnen beschriebenen Lamprophyrgänge beginnt im südöstlichen Teil des Malsburgplutons und setzt sich in nordwestlicher Richtung fort. Wo auf engem Raum mehrere Gänge zugleich auftreten, sind sie unter einer gemeinsamen Nummer zusammengefaßt. Die Lamprophyre Nr. 1—7 fallen in den Bereich des Meßtischblatts Wehr 8313, Nr. 8—12 in den Bereich des Meßtischblatts Schönau 8213, Nr. 13—83 in den Bereich des Meßtischblatts Wies 8212, Nr. 84 u. 85 in den Bereich des Meßtischblatts Staufen 8112. Der Klassifizierung der einzelnen Ganggesteine liegen die Modalanalysen zugrunde, die in Tabelle 2 dargestellt sind. Gesteine, von denen kein Handstück zur Untersuchung vorlag, wurden einfach als Lamprophyre bezeichnet. Die Gesteinsfarbe (angefeuchtet) der verfügbaren Handstücke wurde nach der Rock-Color-Chart (GODDARD, 1951) beschrieben, um eine bessere Vergleichsgrundlage zu geben. Zur allgemeinen Bezeichnung des Fundorts wurden topographische Punkte, Orts- und Gewandnamen dem jeweiligen Meßtischblatt entnommen. Die exakte Lokalisierung der Gänge wurde durch Einmessen der Koordinaten (Rechts- und Hochwert) durchgeführt. Der bei aufgeschlossenen gangförmigen Vorkommen eingemessene Koordinatenpunkt zeigt immer das Ende des Ganges an, das in die südliche Hälfte der Kompaßrose weist. Die Kennziffern — 34 für den Meridianstreifen und 52 für den Längestreifen — sind im vorliegenden Falle allen Koordinatenwerten gemeinsam und wurden deshalb bei der Koordinatenangabe in der Tabelle weggelassen. Alle Koordinaten sind in Kilometerwerten angegeben. Soweit Streichen, Fallen und Mächtigkeit der Gänge durch direkte Messungen am Kontakt oder durch indirekte Kartierung bestimmt werden konnten, wurde es in der Tabelle verzeichnet. Allgemein geologische Feldbeobachtungen sind unter „Anmerkungen“ zusammengefaßt. (Tabelle siehe Seite 180.)

Eine vereinfachte Übersichtskarte zeigt die räumliche Verbreitung der einzelnen Lamprophyrgänge. Daten über die Tektonik des Granitmassivs und über die Petrographie der Granite und übrigen Ganggesteine können den Arbeiten von SCHRÖDER (1929), HOENES (1948 und 1956), REIN (im Druck) und ZIMMERLE (im Druck) entnommen werden.

Die meisten Lamprophyrgänge setzen im Malsburggranit auf, Nr. 22 dagegen im Blauengranit (in Kontaktnähe gegen den Malsburggranit) und Nr. 29, 30, 44, 45, 46, 47, 48, 80 und 82 im Mambacher Hybridgranit (meist in Kontaktnähe gegen den Malsburggranit). Einige der im östlichen Teil des Malsburgplutons aufsetzenden Lamprophyrgänge, besonders in der Umgebung des Schattanns, konnten wegen der schlechten Aufschlußverhältnisse nicht genauer lokalisiert werden und sind deshalb in dieser Arbeit nicht beschrieben.

I. Struktur und Mineralgemengteile der Lamprophyre

a) Die Struktur der Lamprophyre

Die meisten Lamprophyre zeigen eine gleichmäßig körnige bis schwach porphyrische Struktur bei holokristalliner, panidiomorpher, seltener hypidiomorpher Ausbildung der einzelnen Gemengteile. In den porphyrischen Lamprophyren sind gewöhnlich Einsprenglinge der dunklen Gemengteile, wie Augit, Hornblende, Biotit, und Pseudomorphosen nach Olivin vorherrschend, nur selten überwiegen Einsprenglinge von Plagioklas. Lamprophyre, die einen hohen Gehalt an Plagioklaseinsprenglingen haben, stellen Übergänge zu normalporphyrischen Ganggesteinen dar (Syenitporphyre oder Dioritporphyrite nach ROSENBUSCH, 1907; „saure Kersantite“ nach SUTER, 1924; Mesotypite nach ZIMMERLE, im Druck). In diesen feldspatreichen Varietäten der Lamprophyre (z. B. Nr. 28a) treten dann auch graphophyrische Verwachsungen der Feldspat-Quarz-Grundmasse auf. Sporadisch treten als Einsprenglinge auch Pseudomorphosen nach Cordierit hinzu.

In der am klarsten ausgebildeten Strukturform (Abb. 1), die große Ähnlichkeit mit Diabasstrukturen hat, liegen schuppige Biotite und Pseudomorphosen nach Olivin und Augit in einem sperrig-verschränkten Feldspatgrund von leistungem Plagioklas oder Orthoklas. In den Lamprophyren Nr. 9, 41, 60, 62 und 66 ist die Grundmasse aus feinen, eisblumenähnlichen Feldspatbüscheln zusammengesetzt, die zuweilen „Quarztropfen“ als Kerne haben. Mandelförmige Drusen mit Karbonat-, seltener Quarz- oder Amethystfüllung treten in den Lamprophyren Nr. 16a, 35, 36, 37, 38, 39, 71, 76 und 77 auf. Sphärolithische, endomorphe Kontaktbildungen (Abb. 2), wie sie aus Minetten des Odenwaldes bekannt sind (ROSENBUSCH, 1907, S. 665), begleitet von kontaktparalleler Bänderung wurden bisher nur in Nr. 11a gefunden. Diese Sphärolithe stellen wahrscheinlich ein sekundär entglastes Salband

Tabelle 1

Geologische Beschreibung der

Nr.	Gesteinstyp	Farbe	Fundort
1	Augitminette	gräulichbraun (5 YR 3/2) mit trübbraunen (5 YR 2/2) Flecken	Ruine Turmhölzle, östlich von Raitbach
2	Lamprophyr	dunkelbraun	Hohlweg zwischen Turmhölzle und Fohren, östlich von Raitbach
3	Lamprophyr	—	Am Glaskopf, nordöstl. von Hau- sen, zwischen P 635,1 und P 641,1
4	Lamprophyr	dunkelrotbraun	An der Straße Hausen-Gresgen, südlich des Kolsbergs
5	Augitführender Hornblendekersantit	olivgrün (5 Y 4/1)	Steinbruch am Fluchgraben, süd- westlich von Zell
6	Lamprophyr	braun	Am Unteren Graben, südöstlich von Zell
7	Hornblendekersantit	mittelbraun (5 YR 4/4)	An der Straße Zell-Hausen, öst- lich vom Gottroll
8	Lamprophyr	dunkelbraun	Südlich vom Liebeck, südwestlich von Zell
9	Augitminette	mittelbraun (5 YR 3/4) mit bläulichschwarzen Flecken	Südöstlich vom Liebeck, südwest- lich von Zell
10	Lamprophyr	—	Westlich vom Liebeck, westsüd- westlich von Zell
11	Augitlamprophyr	a) dunkelgrau (N ₃)	Nördlich vom Liebeck bei P 538,1, westlich von Zell
	Lamprophyr	b) dunkelgrauschwarz	
12	Lamprophyr	braun	Am Gebetsbühl, südlich von Adelsberg
13	Lamprophyr	gelbolivgrün	Kuppe bei P 653,2, östlich von Tegernau
14	Lamprophyr	olivgrün	S-Kurve Holzabfuhrweg, west- lich von Winterhalde
15	Augitminette	gräulichbraun (5 YR 3/2)	Schlucht südlich Kinnwald, nord- westlich von Tegernau

einzelnen Lamprophyrvorkommen

Rechts- wert	Hoch- wert	Streichen	Fallen	Mächtigkeit	Anmerkungen
14,82	83,37	75°	80° N	2 m	Im nordöstlichen Teil in mehrere Apophysen aufgespalten; mit kleinen Quarzeinschlüssen und vereinzelt Feldspateinsprenglingen; Biotit zeigt turbulente Parallelorientierung
15,10	83,52	85°	⊥	50 cm	Stark verwittert
13,90	84,23	E-W	—	—	Lesestücke
12,66	83,61	70°	⊥	2 m	Dichte Grundmasse mit umgewandelten Biotiteinsprenglingen; Klüftung durch tektonische Bewegungen überprägt
12,79	84,60	55° 50° 50°	75° NW 75° NW 75° NW	4 m 1 m 50 cm	Insgesamt drei Gänge erschlossen, die von jüngeren Störungen versetzt sind; grauwadkeähnlicher Habitus der Gesteine; gleichmäßig-feinkörnig mit vereinzelt Fremdquarzeinschlüssen
14,03	85,08	—	—	—	Lesestücke; stark verwittert
13,18	85,17	75°	75° S	60 cm	Biotit mit Parallelorientierung; mit vereinzelt Hohlräumen und Fremdquarzeinschlüssen; umgewandelt
13,14	85,32	N-S	—	3 m	Stark verwittert; mit schmutziggroßen Biotiteinsprenglingen
13,30	85,45	E-W	—	3 m	Mit sporadischen, stecknadelkopfgroßen Fremdquarzeinschlüssen
12,57	85,70	E-W	—	—	Lesestücke
12,90	85,90	73°	75° N	4 cm	a) Gang keilt nach 50 cm aus; sehr gut geklüftet; Bänderung parallel mit dem Kontakt; sehr dicht; grünliches, sphärolithisches Salband
—	—	—	—	—	b) Lesestücke; sehr dicht; rotbraun verwittert
12,50	86,85	E-W	—	—	Verwittert; mit dunklen, stengeligen Einsprenglingen
10,48	87,86	E-W	—	—	Lesestücke; stark verwittert
10,64	87,94	90°	60° S	1-2 m	Stark verwittert
08,73	88,20	—	—	—	Lesestücke; mit braunem Eisenrahm überkrustet und von mm-mächtigen, eisen- und karbonatführenden Gängen durchsetzt

Tabelle 1

Geologische Beschreibung der

Nr.	Gesteinstyp	Farbe	Fundort
16	Augitlamprophyr	a) mittelgelblichbraun (10 YR 5/4)	An der Straße Tegernau-Wies, südlich der Steinbrüche von Abbiati
	Augitolivinkersantit	b) mittelbraun (5 YR 3/4)	—
	Lamprophyr	c)	—
17	Augitkersantit	dunkelrötlichgrau	Östlich von P 588,7 bei Sallneck
18	Augitlivinminette	blaßbraun (5 YR 5/2)	Straße Ebigen—Sallneck an der Abzweigung nach Weiersbrach
19	Lamprophyr	dunkelrötlichgrau	Nordöstlich des Tiergartengipfels (P 792,6)
20	Augitlivinkersantit	mittelbraun (5 YR 4/4)	Tiergartengipfel (P 793,6) zwischen Sallneck und Kirchhausen
21	Lamprophyr	—	Westlich des Tiergartengipfels (P 792,6)
22	Augitlamprophyr	trüb gelblichbraun (10 YR 2/2) mit blaßbraunen Flecken (5 YR 5/2)	Nördlich vom Köpfle, westlich von Lehnacker
23	Lamprophyr	—	Südlich vom Ochsenberg, südwestlich von Schwand
24	Lamprophyr	—	Südlich vom Ochsenberg, südwestlich von Schwand
25	Augitkersantit	gräulichbraun (5 YR 3/2)	Bei P 685,4, nordwestlich des Ochsenbergs
26	Lamprophyr	—	Östlich vom Ochsenberg, am Weg Käppeli—Tegernau
27	Lamprophyr	grau	Wald zwischen Käppeli und Schwand
28	Augitlivinminette	a) blaßbraun (5 YR 5/2)	Fußweg von Schwand nach P 590,0
	Augitminette	b) gräulichbraun (5 YR 3/2) mit gräulichorangefarbenen Flecken	—
	Lamprophyr	c) dunkelgraurötlich	—

einzelnen Lamprophyrvorkommen

Rechts- wert	Hoch- wert	Streichen	Fallen	Mächtigkeit	Anmerkungen
08,63	88,04	60°	60° SE	80 cm	a) Nördlichster Gang; heller Übergangstypus; gelblichgrau verwittert; am Kontakt Fließgefüge; sporadisch mit Biotitnüsschen; reich an Feldspateinsprenglingen
—	—	85°	⊥	1-1,5 m	b) Mit ovalem, 10 cm langem, verwittertem Einschuß, der mm-dicken glimmerreichen Reaktionsaum zeigt; wahrscheinlich im Granitporphyr steckengeblieben
—	—	—	75° S	—	c) Südlichster Gang; ordentlich geklüftet; Salband zeigt unregelmäßigen Verlauf
08,46	87,84	80-90°	—	2-3 m	Zwei parallele Gänge, die am Waldabhang Teufelsmauern bilden
08,09	87,32	NE-NNE	—	—	An der Straße anstehend; umgewandelt
07,35	87,36	40°	—	—	Gabelung des Ganges gegen Norden; relativ grobkörnig mit frischen Biotit- und Plagioklaseinsprenglingen
07,21	87,12	15°	—	> 1 m	Verwittert; mit Feldspateinsprenglingen
07,10	87,14	30°	—	—	Stark gequetscht und umgewandelt
06,67	86,49	65°	—	2 m	Im Blauengranit aufsetzend; stark umgewandelt
08,78	88,81	NE	—	—	Rotbraun verwittert; glimmerreich; mit kirschkerngroßen Einschlüssen von Glimmerbutzen
08,71	88,88	NE	—	—	Grundmasse rötlich; mit Parallelgefüge der Biotite
08,58	89,01	NE	—	einige m	Feldspäte wintern narbig heraus
09,14	89,14	73°	—	—	Stark verwittert
09,06	89,46	—	—	—	Lesestücke; mit langen, dunklen Einsprenglingen
09,70	89,61	100°	—	50 cm	a) Östlicher Gang; mit Parallelgefüge
—	—	80°	—	20 cm	b) Mittlerer Gang; mit hellen Schlieren; stark gequetscht; Klüfte mit Eisenrahm beschlagen
—	—	ca. 75°	—	—	c) Westlicher Gang; dicht; auf dem Weg anstehend

Tabelle 1

Geologische Beschreibung der

Nr.	Gesteinstyp	Farbe	Fundort
29	Augitolivininette	dunkelgrau (N ₃)	Südlich von P 602,5 zwischen Schwand und Holl
30	Lamprophyr	—	Zwischen Burstel und Holl
31	Augitkersantit	a) olivgrau (5 Y 4/1)	Ausgang der Schlucht des Rieder Bächle, östlich Schrauen, südlich von Ried
	Augitolivinkersantit	b) bräunlichschwarz (5 YR 2/1)	
32	Hornblendeführende Augitolivininette	gräulichbraun (5 YR 3/2)	Östlich von P 800,5 am Geißrain
33	Lamprophyr	dunkelgelblichbraun (10 YR 4/2)	Sandgrube, südwestlich von P 627,3, nördlich von Schwand
34	Lamprophyr	gelbbraun	Sandgrube bei P 715,3, östlich von Demberg
35	Augitminette	gräulichbraun (5 YR 3/2)	An der Straße Wies—Tegernau, Bergnase südlich von Wies
36	Augitolivininette	dunkelgelblichbraun (10 YR 4/2)	Südöstlich von P 811,6, zwischen Wies und Wambach
37	Augitlamprophyr	olivgrau (5 YR 4/1)	Östlich von P 757,4, südöstlich von Wambach
38	Augitkersantit	dunkelgelblichbraun (10 YR 4/2)	Südlich von Burgberg zwischen P 662,8 und P 579,3, nordwestlich von Malsburg
39	Augitlamprophyr	gräulichbraun (5 YR 3/2) mit mittelbraunen (5 YR 4/4) Flecken	Am Krützele, Straße vom E-Werk nach Vogelbach
40	Augitolivinkersantit	olivschwarz (5 Y 2/1)	Hohlweg zur Brunnenstube, nordnordwestlich von Wies
41	Augitminette Lamprophyr	rötlich dunkelgrau	Östlich von P 680,4, südlich vom Stockmatt
42	Augitkersantit	olivschwarz (5 Y 2/1)	Südwestlich von P 887,2 am Schürleberg
43	Augitkersantit	trüblichgelblichbraun (10 YR 2/2)	Östlich vom Brunn, nordwestlich von Raich

einzelnen Lamprophyrvorkommen

Rechts- wert	Hoch- wert	Streichen	Fallen	Mächtigkeit	Anmerkungen
10,25	89,92	ca. 60°	—	—	Lesestücke; Biotite länglich ausgebildet; gleichmäßig körnig
10,83	90,00	70°	—	—	Auf dem Weg anstehend; stark verwittert
10,66	90,89	153°	36° W	20 cm	a) Dichtes Gestein; mit Parallelgefüge der Biotite; Pyriteinsprenglinge
—	—	95°	40° S	50 cm	b) Mit Glimmernüßchen und vereinzelt Feldspateinsprenglingen
09,48	90,32	110°	—	—	Umgewandelt; mit stengeligen Biotiteinsprenglingen
09,37	89,94	—	—	—	Stark verwittert
09,02	90,16	138°	60° N	50 cm	Stark verwittert; als Pfropf im Granit stecken- geblieben
07,56	90,29	68°	65° S	1 m	Durchsetzt Aplitgang und führt einzelne Aplit- fragmente als Fremdeinschlüsse; scharf geklüfter; gestreckte Hohlräume mit Karbonat gefüllt; um- gewandelt
07,10	93,36	—	—	—	Lesestücke; stark umgewandelt
06,70	89,73	40-50°	80° N	2 m	Mit mm-großen ovalen Fremdquarzeinschlüssen
02,44	89,39	75°	60° S	2,5 m	Gut geklüfter; mit Parallelgefüge der dunklen Ge- mengteile und der Feldspateinschlüsse; mit hirse- korngroßen Fremdquarzeinschlüssen; umgewandelt
01,87	88,88	60°	45° S	1-2 m	Bildet Teufelsmauer; stark umgewandelt
07,65	91,23	40°	—	—	Mit Parallelgefüge der Biotite; mit vereinzelt Feldspateinsprenglingen
06,77	91,73	NW	—	1-2 m	a) Feinkörniges Gestein
—	—	NW	—	—	b) Dichtes Gestein
08,72	92,40	ca. 80°	—	—	Gleichmäßigkörnig; dicht; olivgrünlich verwittert; mit Pyriteinsprenglingen und stecknadelkopfgroßen Fremdquarzeinschlüssen
09,13	91,52	90°	—	1 m	Mit Parallelgefüge der Biotite; mit Fremdgesteins- einschluß

Tabelle 1

Geologische Beschreibung der

Nr. Gesteinstyp	Farbe	Fundort
44 Augitolivinkersantit	olivschwarz (5 Y 2/1)	Sandgrube nördlich von Ried
45 Augitolivinkersantit	gräulichschwarz (N ₂)	Neue Holzabfuhrstraße am Buschgraben, nördlich von Elbenschwand
46 Augitolivinminette	dunkelgrau (N ₃)	Steinbruch Bürchau-Kastell, südlich Bürchau
47 Lamprophyr	olivgrün	Quelle am Lochmatt, nördlich von Ried
48 Augitolivinkersantit	trübgelblichbraun (10 YR 2/2) mit dunkelgrünen Chloritflecken	Zwischen Bromberg und Schattann, nordwestlich von Ried
49 Augitolivinkersantit	gräulichbraun (5 YR 3/2) mit dunkelgrünen Chloritflecken	An P 997,7 zwischen Wasen und Schattann
50 Augitkersantit	—	Gipfel vom Schattann (P 1066,9)
51 Augitolivinkersantit	olivgrau (5 Y 4/1) mit dunkelgrünen Chloritflecken	Nördlich vom Schattann, im Hohlweg beim Sattel
52 Augitolivinkersantit	olivschwarz (5 Y 2/1)	Gipfel des Lampertsbuck, zwischen Bürchau und Kühlenbronn
53 Augitolivinkersantit	olivschwarz (5 Y 2/1)	Südliche Talseite des Kühlenbronner Bachs, südlich von Kühlenbronn
54 Augitolivinkersantit	trübgelblichbraun (10 YR 2/2)	Nördlich der Säge, Straßenkurve nach Kühlenbronn
55 Augitlamprophyr	gräulichbraun (5 YR 3/2)	Zwischen Fischenberger Bächle und Sägenbuck
56 Augitminette	dunkelgelblichbraun (10 YR 4/2) mit dunkelgrünen Chloritflecken	Südöstlich vom Fobachwald, südlich von Fischenberg
57 Augitminette	blaßbraun (5 YR 5/2) mit dunkelgrünen Chloritflecken	An P 772,3 südlich von Fischenberg

einzelnen Lamprophyrvorkommen

Rechts- wert	Hoch- wert	Streichen	Fallen	Mächtigkeit	Anmerkungen
10,88	92,17	—	—	—	In Gneisscholle des Mambacher Hybridgranits aufsetzend; biotitreich; mit Pyriteinsprenglingen und sporadisch mit runden, stecknadelkopfgroßen Fremdquarzeinschlüssen
12,16	91,54	51°	45° S	3 m	Mit scharfen Kontakten im Mambacher Hybridgranit aufsetzend; dichtes Gestein; wird nach oben durch ein Septum in zwei Gänge geteilt; mit Pyriteinsprenglingen
12,02	92,96	—	—	—	Zwei Gänge; im Mambacher Hybridgranit aufsetzend; mit vereinzelt Feldspateinsprenglingen
10,16	92,93	—	—	—	Im Mambacher Hybridgranit aufsetzend; verwittert; feinkörnig; mit größeren Feldspat- und Glimmereinsprenglingen
09,81	92,47	ENE	—	—	Im Mambacher Hybridgranit aufsetzend; mit vereinzelt mm-großen Feldspateinsprenglingen
09,63	92,93	60-70°	—	—	Dicht; mit Pyriteinsprenglingen; reich an stecknadelkopfgroßen Fremdquarzeinschlüssen; sporadisch mit dunklen Fremdgesteinsinschlüssen
09,44	93,08	70°	—	1 m	Scharf geklüftet; verwittert mit fast weißer Kruste
09,57	93,32	90°	—	> 1 m	Mit größeren Fremdquarzeinschlüssen; verwittert ockerfarben
10,12	93,39	E-W	—	—	Lesestücke; reich an runden Fremdquarzeinschlüssen (bis 5 mm groß); mit Pyriteinsprenglingen
08,66	93,05	70-80°	—	—	In Scholle von Mambacher Hybridgranit (umgewandelter Cordieritgneis) aufsetzend; mit mm-großen Fremdquarzeinschlüssen; Pyriteinsprenglinge meist rotbraun oxydiert
08,00	92,53	NE-ENE	—	—	Von kurzer Erstreckung; feinkörnig; mit Pyriteinsprenglingen
08,09	92,93	ca. 30°	—	—	Stark umgewandelt
07,72	92,90	105°	40° S	50 cm	Stark umgewandelt; Klüfte mit Eisenrahm beschlagen
07,81	93,16	110°	—	—	Umgewandelt

Tabelle 1

Geologische Beschreibung der

Nr.	Gesteinstyp	Farbe	Fundort
58	Lamprophyr	—	Graskuppe um P 818,8 bei Stockmatt
59	Lamprophyr	gelbgrünlich	Weg am Waldrand, nordöstlich von Stockmatt
60	Augitminette	graugrün	An der Straße vom Lippel zum Stühle, am Stockmatt Kopf
61	Augitkersantit	dunkelgelblichbraun (10 YR 4/2) mit dunkelgrünen Chloritflecken	Zwischen Stockmatt Kopf und Fischgraben
62	Augitkersantit	hellolivgrau (5 Y 5/2) mit Chloritflecken	Südlich vom Ritterhof, westlich von Fischenberg
63	Augitkersantit	mittelbraun (5 YR 3/4) mit dunkelgrünen Flecken	Nördlich Schulhaus von Fischenberg
64	Lamprophyr	bräunlichgrün	Westlich vom Schulhaus in Fischenberg
65	Augitkersantit	hellolivgrau (5 Y 5/2) mit grünen Chloritflecken	Holzabfuhrstraße zwischen Fischenberg und Kühlenbronn, nordwestlich der Halden
66	Augitolivinminette	dunkelrötlichbraun (10R 3/4) mit dunkelgrauen Flecken	Nördlich P 927,6 am Obere Buck, zwischen Kühlenbronn und Fischenberg
67	Augitkersantit	olivschwarz (5 Y 2/1)	Westlich von P 954,0 am Obere Buck, zwischen Kühlenbronn und Fischenberg
68	Augitolivinkersantit	dunkelgrünlichgrau (5 GY 4/1)	Zwischen Fischenberg und Wannenründe, südlich von P 846,8
69	Lamprophyr	—	Zwischen P 922,0 und Ekle, nordwestlich von Kühlenbronn
70	Lamprophyr	dunkelrotbraun	Bei P 1050,5 nordwestlich von Kühlenbronn
71	Augitkersantit	olivgrau (5 Y 3/2)	Am Kühlenbronner Hang, nördlich von Kühlenbronn

einzelnen Lamprophyrvorkommen

Rechts- wert	Hoch- wert	Streichen	Fallen	Mächtigkeit	Anmerkungen
06,74	92,42	—	—	—	Lesestücke
06,75	92,76	60°	—	1 m	Lesestücke; verwittert
06,53 —	93,16 —	75° 83°	60° S 57° S	1,5 m 1,2 m	Beide Gänge stark gequetscht und umgewandelt
06,89	93,48	E-W	—	—	Lesestücke; stark umgewandelt
07,07	93,70	70-80°	—	> 10 m	Gang von größerer Erstreckung; Chemismus wird nach Westen zu mehr lamprophyrisch; grobgeklüftet; Reaktionssäume um Fremdquarzeinschlüsse; zum Teil porphyrische Ausbildung; mit Pyritnestern und Linsen; im Osten tektonisch beansprucht
07,63	93,73	NNE	—	—	Ausgeprägtes Parallelgefüge; möglicherweise Apophyse von Nr. 62
07,54	93,61	E-W	—	—	Mit größeren Biotiteinsprenglingen; möglicherweise Apophyse von Nr. 62
08,22	93,38	—	—	—	Stark umgewandelt; Pyriteinsprenglinge oxydiert
08,44	93,55	N-S	—	—	Lesestücke
08,36	93,64	N-S	—	—	Lesestücke; verwittert olivgrün; sporadische Pyriteinsprenglinge
07,70	94,00	20°	—	—	Feinkörnig; biotitreich; mit Relikten von ausgeschwänzten Biotitbutzen (bis pflaumenkerngroß) und walnußgroßen Gneiseinschlüssen; mit Parallelgefüge der Einsprenglinge
08,40	94,30	—	—	—	Lesestücke
08,32	94,74	—	—	—	Lesestücke; stark verwittert; mit walnußgroßen Quarzeinschlüssen
08,67	94,71	20-30°	—	> 2 m	Umgewandelt; gestreckte Blasenräume mit Karbonatfüllung deuten Fließgefüge an

Tabelle 1

Geologische Beschreibung der

Nr.	Gesteinstyp	Farbe	Fundort
72	Lamprophyr	grüngrau	Aufgelassener Steinbruch 100 m westlich von P 796, nördlich von Fischenberg
73	Augitkersantit	—	Auf dem Weg von P 796 zum Kaidbuck, nördlich von Fischenberg
74	Augitkersantit	hellolivgrau (5 Y 3/2) mit bläulichgrauen Flecken	Auf dem Weg von P 796 zum Kaidbuck, südl. von Fischenberg
75	Lamprophyr	—	Zwischen P 796 und P 868,5 nord-nordwestlich von Fischenberg
76	Augitkersantit	violettgrün	Westlich von P 868,5, nordnordwestlich von Fischenberg
77	Lamprophyr	olivgraugrün	Östlich vom Maierskopf (P 1053,4) unterhalb der Straße Lippel—Stühle
78	Lamprophyr	rötlichgrau	An P 898,5 zwischen Stühle und Langmoos
79	Augitolivinkersantit	gräulichschwarz (N ₂)	Zwischen Stühle und Kaidbuck
80	Hornblendekersantit	hellolivgrau (5 Y 5/2)	Zwischen P 1011,9 und Rauhkopfgipfel
81	Lamprophyr	—	Nordwestlich vom Stühle (P 1046,7)
82	Lamprophyr	—	Südlich der Rauhe Halden
83	Augitkersantit	—	Südlich der Rauhe Halden
84	Lamprophyr	—	An der Rauhe Halden
85	Lamprophyr	olivgrau (5 Y 3/2) mit dunkelgrünen Flecken	An der Sirnitzpaßstraße, westlich von der S-Kurve an P 637,9

einzelnen Lamprophyrvorkommen

Rechts- wert	Hoch- wert	Streichen	Fallen	Mächtigkeit	Anmerkungen
07,40	94,44	E-W	—	—	Am Kontakt zwischen Granitporphyrgang und Granit aufgedrungen; verwittert; mit Biotiteinsprenglingen
07,26	94,40	147°	45° SW	1 m	Durchsetzt Aplitgang und führt Aplitfragmente als Fremdgesteinsinschlüsse; kontaktparallele Klüftung; kein Fließgefüge; reich an Fremdquarzeinschlüssen; eingesprengte Pyritfitter; verwittert ockerbraun
07,37	94,50	85°	40° S	50 cm	Schiefriger Kontakt; mit idiomorphen Pyriteinsprenglingen; reich an stecknadelkopfgroßen Fremdquarzeinschlüssen; stark umgewandelt
07,27	94,41	ca. 25°	—	—	Reich an Fremdquarzeinschlüssen; klares Fließgefüge; ohne sichtbare Erzführung
07,20	94,51	35°	—	1 m	Reich an Fremdquarzeinschlüssen; umgewandelt; mit Amethystdrusen (bis 5 mm groß); ohne Erzinschlüsse oder Fließgefüge
06,83	94,16	30-40°	—	—	Lesestücke; stark umgewandelt; Farb- und Dichteunterschiede deuten Parallelgefüge an; verwittert gelbbraun; seltener violett; mit hirsekerngroßen karbonatischen Drusen und gestreckten mm-großen Fremdquarzeinschlüssen (ein Fremdquarzeinschluß erreicht Pflaumengröße)
06,69	94,89	—	—	—	Dicht; verwittert ockerfarben
06,96	95,00	160°	—	—	Glimmerreich und frisch; außerordentlich hart; Pyrit- und Fremdquarzeinschlüsse fehlen; kein Parallelgefüge
07,18	95,79	N-S	—	—	Tektonisch stark beansprucht; mit Fremdgesteins- und gerundeten Fremdquarzeinschlüssen
06,49	95,53	170°	—	—	Lesestücke
05,87	96,07	N-S	—	—	Zwei Gänge; im Mambacher Hybridgranit aufsetzend
05,63	96,35	170°	—	—	
05,49	96,67	10°	—	—	Zwei Gänge
05,03	96,75	155°	55° NE	80 cm	Im Malsburggranit in Kontaktnähe aufsetzend und an der Klemmbachstraße gut erschlossen, a) im unteren Teil des Profils herrschen linsenförmige Lamprophyrkörper mit scharfem Kontakt und Salaausbildung vor; b) oberhalb davon ist ein Gang durch Granitsepten teilweise geteilt; scharf geklüftet
		10°	65° E	60 cm	



Abb. 1. Lamprophyrstruktur, porphyrische Einsprenglinge von Karbonatpseudomorphosen nach Olivin und Augit in sperrig-verschränkter Grundmasse von Biotit und leistigem Orthoklas; Augitolivinminette Nr. 29; südlich von P 605,2 zwischen Schwand und Holl (20 $\times$, ohne Nicols).

dar. Parallelgefüge der Blasenräume und der dunklen Gemenzteile, vor allem der Biotite, wurden häufig beobachtet, konnten aber nur selten auf die Richtung des Kontaktes bezogen werden.

b) Hauptgemengteile

Biotit, der der Minette-Kersantit-Reihe namengebende dunkle Hauptgemengteil, tritt in zwei Generationen auf, die häufig durch Größenübergänge (serial) verbunden sind. Sein Pleochroismus ist strohgelb zu rotbraun oder dunkelbraun, wobei die rotbraunen Varietäten auf einen beträchtlichen Titangehalt (TRÖGER, 1955, S. 150) hinweisen. Die Biotiteinsprenglinge bilden meist idiomorphe, pseudohexagonale Täfelchen, die oft nach (001) leitenförmig verzerrt sind. Zuweilen finden sich schraubenförmig überein-

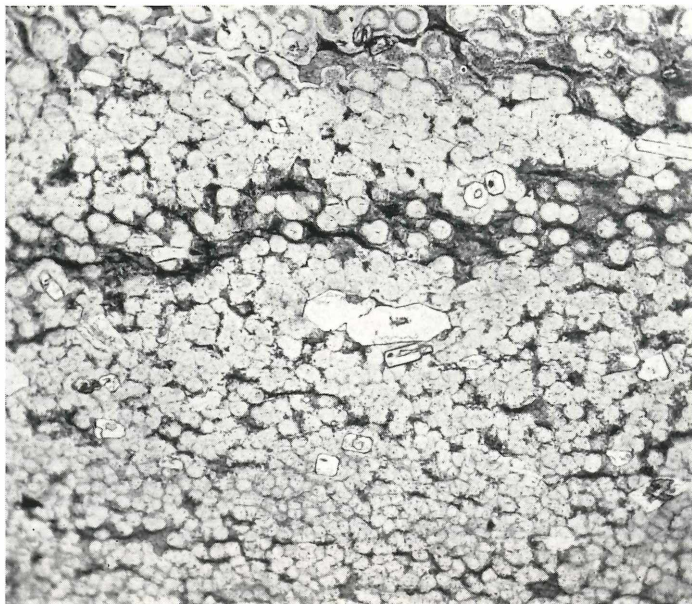


Abb. 2. Sphärolithische Kontaktfazies mit Augiteinsprenglingen; Augitlamprophyr Nr. 11a; nördlich vom Liebeck bei P 538,1, westlich von Zell (54 $\times$, mit Polarisator).

anderliegende Aggregate, die wahrscheinlich Wachstumsformen darstellen. Abrundung, randliche Einbuchtungen und schachbrettartige Aufteilung ganzer Individuen sind dagegen Resorptionsphänomene. Oft sind dunkle Randzonen ausgebildet. Einschlüsse von Apatit sind häufig, solche von Zirkon und Augitpseudomorphosen ausgesprochen vereinzelt. In vielen Gängen ist Biotit teilweise oder vollkommen — besonders in den feinkörnigen Grundmassen — in Chlorit umgewandelt, wobei die Umwandlung meist peripher, seltener zentral beginnt. Verbreitet sind Neubildungen von sekundären Titanmineralen, die auf Spaltrissen eingelagert sind. Sagenitgitterbildung, die von SUTER (1924, S. 175) als Charakteristikum der von ihm untersuchten Lamprophyre des Südschwarzwalds angeführt wurde, tritt zurück. Nur in vereinzelt Lamprophyren (Nr. 68 und 74) um Fischenberg sind Sagenitgitter besser ausgebildet, was auch dem bisher beobachteten örtlich begrenzten Auftreten von Sagenitgittern in den Graniten dieses Teiles entspricht. Häufig sind dagegen die sogenannten „Insekteneier“ (Leukoxen), nicht genauer bestimmbare Gemenge titanführender Minerale, und kleine, wohlausgebildete Titanitkriställchen. Periphere Einlagerungen von Hämatitschüppchen wurden ebenfalls beobachtet. Als weiterer Umwandlungsprozeß tritt

Aufflaserung in einzelne Strähnen durch linsenartige Einlagerung von Karbonat, seltener von Quarz hinzu. Vereinzelt erscheint auch radialstrahliger Epidot.

Ein anderer häufig auftretender dunkler Hauptgemengteil ist *Augit*. Er kommt in den meisten Gängen vor, selten frisch, oft als Pseudomorphosen. Manchmal bildet er spießige, divergentstrahlig angeordnete Reaktionssäume um Einschlüsse von Fremdquarz. In frischen Gesteinen tritt Augit klar in zwei Generationen auf, bei hydrothormaler Umwandlung oder Verwitterung läßt sich sein Vorkommen in der Grundmasse nur schwer nachweisen. Die Augiteinsprenglinge sind stets kleiner als die Pseudomorphosen nach Olivin. Mengenmäßig tritt Augit, wie die graphische Darstellung einiger Integrationsanalysen (Abb. 7) zeigt, hinter Biotit und Olivin zurück. Frisch erhalten ist Augit hauptsächlich in den Lamprophyren des nordöstlichen Teils des Plutons und dem daran angrenzenden Teil des Mambacher Hybridgranits (Nr. 28a, 32, 45, 52 und 79). In seinem frischen Zustand ist er farblos bis schwach grünlich, zeigt achtseitige Umrisse mit der charakteristischen Spaltbarkeit und ist überwiegend kurzprismatisch, seltener längerprismatisch ausgebildet. Die beiden Pinakoide (100) und (010) herrschen vor, (110) tritt zurück. Zwillinge nach (100) und Durchkreuzungsverwachsungen (Andreas-kreuz) sind nicht selten. Auf Grund der Auslöschungsschiefe ($Z \wedge c$) kann dieser Augit zu den Diopsiden gestellt werden. In einem Falle wurde auch eine sanduhrartige Zonarstruktur beobachtet. Wiederholt finden sich Einschlüsse von Apatit. Der Augitlamprophyr Nr. 11a zeigt ungewöhnliche, sehr variable Umwandlungsprodukte des Diopsids, die später näher beschrieben werden. Vorherrschend sind in den meisten Gesteinen jedoch Pseudomorphosen von Karbonat, seltener solche von Chlorit und Serpentin nach Augit. Manchmal treten auch kombinierte Karbonat-Chlorit-Aggregate auf, wobei Karbonat zentral und Chlorit peripher gelagert sind. In den Pseudomorphosen reichern sich Titanoxyde und Hämatit oft randlich an. Endprodukte, vorwiegend oberflächennaher Verwitterung, sind Quarz-Leukoxen-Hämatit-Pseudomorphosen nach Augit.

Plagioklas ist der vorherrschende helle Hauptgemengteil der Kersantite, untergeordnet tritt er auch in vielen Minetten auf. In der Grundmasse ist er leistenförmig, als Einsprengling tafelig-gedrungen ausgebildet. Zwillingbildungen nach dem Albit-, Karlsbad- und Periklingesetz sind häufig. Gut ausgebildete zonare Plagioklase wurden nur in dem sehr dichten Lamprophyr Nr. 31a beobachtet. Manchmal zeigen Plagioklase Resorptionsspuren und schwache Abrundung. In den hybriden Lamprophyren stammt ein Teil der Plagioklaseinsprenglinge vermutlich aus aufgenommenen granitischen Fremdgesteinen. Fast immer sind die Plagioklase mehr oder weniger stark umgewandelt, die charakteristische Zwillingstreifung tritt dann zurück oder wird schwer erkennbar. Dies machte eine systematische Bestimmung des An-

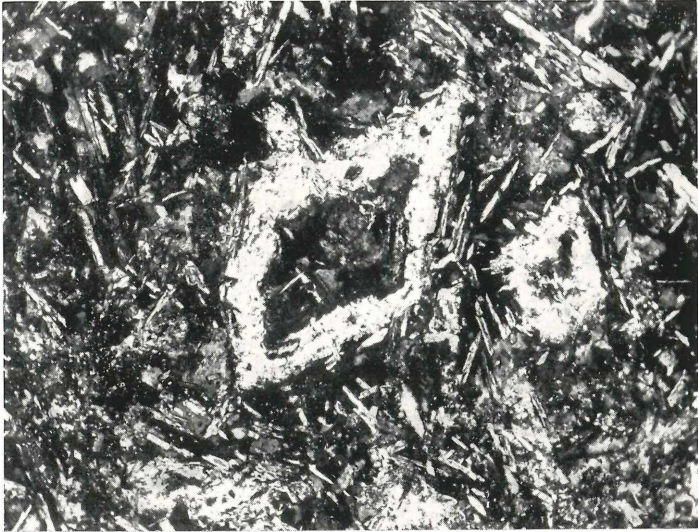


Abb. 3. Chlorit-Talk-Pseudomorphosen nach Olivin; Augitolvinkersantit Nr. 45; Neue Holzabfuhrstraße am Buschgraben, nördl. von Elbenschwand (54×, +Nicols).

Gehalts unmöglich. Soweit jedoch Bestimmungen des An-Gehalts gemacht werden konnten, weisen sie vorwiegend auf albitische saure Plagioklase hin. Nur untergeordnet wurden auch solche von intermediärer Zusammensetzung (Oligoklas — Andesin) beobachtet. Häufig finden sich Einformungsänder von Albit. Umwandlungen in Kaolinit oder Serizit herrschen vor, seltener sind solche in Chlorit, Karbonat und Epidot. Meist beginnen sie zentral und auf Spaltflächen. Einschlüsse von älteren Gemengteilen, wie Diopsid, Biotit, Apatit — z. T. in Aggregaten —, und Zirkon sind häufig, zuweilen treten auch Einlagerungen von Hämatit hinzu.

Der in den Minetten überwiegende helle Hauptgemengteil ist *Orthoklas*, der im Gegensatz zum idiomorph ausgebildeten Plagioklas meist unregelmäßige, hypidiomorphe bis xenomorphe, isometrische Umrisse zeigt. Nur im Lamprophyr Nr. 29 sind lange, schmale Leisten ausgebildet. Häufig zeigt Orthoklas die Tendenz, eisblumenartige Büschelaggregate zu formen. In einem Falle, im Lamprophyr Nr. 28a, wurden auch graphophyrische Verwachsung mit dem Grundmassenquarz und randliche Überwachsung der älteren Plagioklastafeln durch Orthoklas beobachtet. Zwillingsbildungen treten vollständig zurück. Einschlüsse von Apatit und Pigmentierung mit Hämatitschüppchen sind häufig.

c) Übergengenteile

Sowohl ROSENBUSCH (1907) als auch JOHANNSEN (1952) stellen *Olivin* aus Lamprophyren zu den Neben- oder Übergengenteilen. GRAEFF (1900) und ERDMANNSDÖRFFER (1903) erwähnen pilitische Pseudomorphosen nach Olivin aus den von ihnen untersuchten Lamprophyren des Südschwarzwalds. Literaturhinweise auf frische Olivine oder Olivinrelikte in Lamprophyren sind spärlich. Demnach scheinen Umwandlungen der Olivine für lamprophyrische Ganggesteine besonders charakteristisch zu sein. Auch in den Lamprophyren des Malsburgplutons treten nur rhombisch oder rechteckig begrenzte Pseudomorphosen nach Olivin auf; frischer Olivin wurde in keinem Falle beobachtet. Umwandlungen in Aggregate von Serpentin und/oder Chlorit herrschen vor, Umwandlungen in Talk, Karbonat und Pilit sind seltener. Quarz-Hämatit-Aggregate stellen Verwitterungsendprodukte ehemaligen Olivins dar. Meist sind die Olivinpseudomorphosen von schwach durchscheinenden, dunkelbraunen Picotitoktaedern, Magnetit oder Hämatit begleitet, die zu Limonit verwittern. Bei serpentinitischer Umwandlung treten Maschenstrukturen auf. Periphere Biotit- oder Chloritreaktionssäume umschließen viele Pseudomorphosen. Verbreitet sind zonare Anordnung der Umwandlungsprodukte, wie z. B. Chloritkerne und Talkränder (Abb. 3), Serpentinkeime und Quarz-Picotit-Säume und Chloritkerne mit Karbonatsäumen. Vereinzelt sind die Olivinpseudomorphosen durch die Grundmasse resorbiert.

Hornblende tritt in den Lamprophyren des Malsburgplutons und seines Rahmens zurück. Dies steht im Gegensatz zu den weiter östlich auftretenden Lamprophyren des Wehratals (ERDMANNSDÖRFFER, 1903) und des Hotzenwaldes (SUTER, 1924). Die wenigen hornblendeführenden Lamprophyre im Malsburgpluton sind auf den Kontaktbereich gegen den Mambacher Hybridgranit beschränkt. Wenn man von den sekundären, pilitischen Umwandlungsprodukten der Olivin- und Augitpseudomorphosen absieht, tritt primäre Hornblende nur in den Lamprophyren Nr. 5, 31b und 80 auf. In Nr. 32, wo der Hornblendegehalt sehr starken Schwankungen ausgesetzt ist, und in Nr. 68, wo ein Hornblendeindividuum in Vergesellschaftung mit einem Fremdgesteinseinschluß auftritt, ist die Hornblende möglicherweise aus resorbierten Fremdgesteinseinschlüssen herzuleiten. Die primäre hellgrüne, schilfige Hornblende in Nr. 5 und 31b, die meist nur noch reliktsch erhalten ist, findet sich in enger Vergesellschaftung mit Biotit und Chlorit. Gut erhaltene, idiomorphe Individuen einer braunen, häufig verzwilligten Hornblende (4,5 Vol.-%) treten nur im Lamprophyr Nr. 80 auf. Dieses Gestein zeigt spessartitische Tendenzen, wurde aber des beachtlichen Chloritgehaltes wegen noch zur Kersantitreihe gerechnet.

Cordierit ist ein häufiger Übergengenteil vieler Ganggesteine des Malsburggranits (Ganggranite, Aplite, Granitporphyre und Quarzporphyre), in

denen er oft frisch oder nur teilweise umgewandelt auftritt. In den Lamprophyren dagegen wurde frischer Cordierit nicht beobachtet, sondern nur Pseudomorphosen von maschigem Serizit nach Cordierit (Nr. 28a, 32, 49 und 68). Nur selten sind in diesen Pseudomorphosen nicht umgewandelte, schwach pleochroitische Kerne vorhanden. Stellenweise sind die einzelnen Körner angereichert, was auf Resorption aus Fremdgesteinseinschlüssen schließen läßt.

d) Nebengemengteile

Allgemein ist *Apatit* ein wesentlicher Nebengemengteil aller Lamprophyre (ROSENBUSCH, 1907). In einzelnen Fällen nimmt er bis zu mehreren Volumenprozent ein (RAY, 1925; GHOSE, 1949; GAPEEWA, 1950; TRÖGER, 1955). RAY (1925) und TRÖGER (1955) weisen in diesem Zusammenhang hin auf die Parallele mit dem Apatitreichtum „basischer Schlieren“, und GHOSE (1949) nimmt an, daß der hohe Gehalt an P_2O_5 , kombiniert mit Cl und F des Apatits, die Viskosität der lamprophyrischen Schmelze stark herabgesetzt hat. Ähnliche Vermutungen hatte ESKOLA (1954), wenn er hyperfusible Bestandteile für eine Herabsetzung der Kristallisationstemperatur basischer Schmelzen verantwortlich macht. Diese theoretischen Erwägungen zeigen, daß dem Apatit eine wesentliche Bedeutung bei der Lamprophyrogenese zukommt. Darüber hinaus läßt der hohe Gehalt an P_2O_5 , verbunden mit dem Auftreten seltener Erden, in manchen Lamprophyren auch Minerale, wie Xenotim und Monazit, erwarten.

Auch in den Lamprophyren des Malsburgplutons tritt Apatit als Nebengemengteil hervor. Er findet sich sowohl als älterer Einschluß in den porphyrischen Einsprenglingen, wie Augit, Biotit und Plagioklas, als auch in der Grundmasse. Sein Bildungsbereich ist somit außerordentlich weit. Die Apatite sind ausnahmslos klar und frisch, selbst wenn alle übrigen Gesteinsgemengteile umgewandelt sind. Dies läßt auf ein basisches Milieu während der hydrothermalen Umwandlung der Gesteine schließen, was auch durch das häufige Auftreten karbonatischer Umwandlungsprodukte in den Lamprophyren angedeutet wird. Es können zwei Formtypen des Apatits unterschieden werden, die oft zusammen auftreten. Der erste Typ, lange dünne Säulen, kommt in allen Lamprophyrgängen vor. Das Verhältnis von Länge zu Breite schwankt zwischen 10 : 1 und 100 : 1. Die Säulen sind meist 0,05 bis 0,1 mm lang, maximal erreichen sie jedoch eine Länge von 0,55 mm. Die Breite schwankt zwischen 0,005 und 0,02 mm. Teilbarkeit nach (0001) ist nicht selten, meist sind dann die einzelnen Kristallteile gegeneinander verschoben. An den Kristallenden sind die Säulen oft pinselartig ausgefranst. Seltener und in ihrem Vorkommen auf umgewandelte Gesteine konzentriert sind meist klare, kurzprismatische Kristalle des zweiten Formtypus. Wahrscheinlich sind sie im Verlauf hydrothermalen Prozesse neukristallisiert. Das Verhältnis von Länge und Breite schwankt zwischen 2 : 1 und 10 : 1, wobei

die einzelnen Individuen 0,05 bis 0,35 mm lang und 0,015 bis 0,045 mm breit sind. In beiden Formtypen sind die hexagonalen Säulen ($10\bar{1}0$) gewöhnlich durch (0001) und ($10\bar{1}1$) begrenzt. Grünliche Farbtöne herrschen vor. Überaus häufig sind ovale bis langgestreckte, oft röhrenförmige Hohlräume parallel mit der c-Achse, die rötlich erscheinen und manchmal unbewegliche Libellen führen. Auch ausgebuchtete Hohlräume von unregelmäßigem Verlauf — in ihrer Form ähnlich den Bruthöhlen des Spechts — sind verbreitet. Reste rötlichopaker Rückstände (Hämatit?) sind an den Innenwänden abgelagert oder an einem der Enden angereichert. Resorptionsschläuche münden meist an den Kristallenden in diese röhrenförmigen Hohlräume, die hexagonal begrenzt sind. Vom Kern aus resorbierte Apatite, die zuweilen hexagonale ringförmige Querschnitte zeigen, sind daher nicht selten. Anisotrope, schräg auslöschende pleochroitische Mineraleinschlüsse unbekannter Zusammensetzung treten zurück. In einem Falle wurde sekundäre Überwachsung eines pigmentierten Apatits durch klare Apatitsubstanz beobachtet. Auffallend sind vereinzelt Apatitkristalle, die einen zentralen pleochroitischen Farbkern aufweisen. Die meisten dieser Individuen zeigen einen graubraunen bis dunkelgraubraunen Pleochroismus, wobei die Absorption ungewöhnlicherweise von $O > E$ ist. Nur in wenigen Fällen wurde die gewöhnliche Absorption $O < E$ beobachtet. Ungleichmäßige oder zonare Färbung findet sich häufig. In einem Falle zeigte ein Basisschnitt zwei hellgraue konzentrische Farbzonen um einen intensiver gefärbten dunkelgrauen hexagonalen Kern. Periphere pleochroitische Farbzonen mit klarem Kern sind selten. Röhrenförmige Hohlräume und pleochroitische Farbzonen treten zuweilen am gleichen Kristall auf. Diese pleochroitischen Apatite kommen nur im nördlichen Plutonteil, nördlich der Linie Schwand—Malsburg, vor. Apatite, die punktförmige Einlagerungen von hämatitischem Pigment zeigen, sind dagegen nicht pleochroitisch. Vereinzelt bilden Apatite auch schwache Höfe aus, die in den umgebenden Feldspatkristallen rötliche, in biotitischen Wirtskristallen dunkelbraune Farbtönungen hervorrufen.

Apatite mit ähnlichen axialen Hohlkanälen, Einschlüssen und pleochroitischen Kernen, die häufig auch in Schwermineralkonzentraten zu beobachten sind, wurden von verschiedenen Autoren beschrieben. GROVES & MOURANT (1929) und SIMPSON (1933) führen diese Bildungen auf submikroskopische, z. T. faserige Einlagerungen von Hämatit, Manganit, Biotit oder Chlorit zurück, auf eine Aufreihung opaker Partikel unbekannter Natur oder auf Gasblasen axialer Hohlräume. BAKER (1941) beschreibt als relativ seltene Nebengemengteile granitischer Gesteine Südostaustraliens Apatite mit gefärbten Kernen, die vielfach hexagonal begrenzt und überwiegend pleochroitisch sind. Teilweise konnten die Farbkern auf Einschlüsse von Hornblende, Chlorit und Biotit zurückgeführt werden, meist allerdings war die genaue Zusammensetzung — partiell resorbiertes Fe-Mg-Material wird vermutet — nicht bestimmbar. In den dünnen, langsäuligen Apatiten, die vorherrschen, fehlen pleochroitische Kerne. BAKER schließt, daß die Mehrzahl der pleochroitischen Apatite in solchen Gesteinen — z. B. Hornblendedioritschlieren — auftreten, die nachweislich Fremdmaterial assimiliert haben. Auch TRÖGER (1955) erwähnt pleochroitische

Apatite bräunlicher bis blaugrauer Farbtönung aus basischen Paragenesen. Er führt den Pleochroismus „meist auf orientiert eingelagerte Entmischungsausscheidungen (Ilmenit?)“ zurück.

Den Beobachtungen BAKERS (1941) und TRÖGERS (1955) zufolge ist pleochroitischer Apatit hauptsächlich in basischen Gesteinen (Sanidinnephelinit) oder hybriden Graniten angereichert. Die Vermutung liegt nahe, daß vor allem Hybridisierungsvorgänge optimale Bedingungen für die Bildung pleochroitischer Apatite schaffen. Auch die häufig auftretende Zonierung der pleochroitischen Kerne weist hin auf Ungleichgewichte während der Entstehung, die gerade für Hybridisierungsvorgänge charakteristisch sind. Vergleichende Untersuchungen an dunklen Schollen und Graniten des Malsburgplutons sowie an einem Paragneisfremdeinschluß im Lamprophyr Nr. 68 zeigten, daß graue pleochroitische Apatite auch in diesen Gesteinen angereichert sind. Diese Beobachtung dürfte ein weiterer Hinweis sein für die von HOENES (1948) vermutete partielle Hybridisierung des Malsburggranits. Auch in den lamprophyrischen Ganggesteinen des Malsburgplutons sind pleochroitische Apatite in solchen Gesteinen (Nr. 32, 37, 51 und 68) angereichert, die nachweislich Fremdgesteinsmaterial granitischer und metamorpher Herkunft aufgenommen haben. Diese Anreicherung kann erklärt werden entweder durch Übernahme aus Fremdgesteinseinschlüssen oder durch Entstehung in situ im Verlauf der Hybridisierung. Die Übernahme aus Fremdgesteinseinschlüssen ist um so wahrscheinlicher, als pleochroitischer Apatit manchmal sowohl in Fremdquarz- als auch in Fremdgesteinseinschlüssen beobachtet wurde. Die einseitig räumliche Verbreitung der pleochroitischen Apatite kann allerdings noch nicht erklärt werden.

Wie ROSENBUSCH (1907), OSANN (1923) und JOHANNSEN (1952) ausführen, ist *Zirkon* ein relativ seltener, zurücktretender akzessorischer Gemengteil lamprophyrischer Ganggesteine. Untersuchungen durch andere Autoren (GRAEFF, 1900; ERDMANNSDÖRFFER, 1903; PHILIPP, 1912; SUTER, 1924; RAY, 1925; STARK, 1936; REYNOLDS, 1938; GHOSE, 1949; ESKOLA, 1954), die Zirkon überhaupt nicht oder nur in untergeordneten Mengen beobachtet haben, bestätigen dies. Um so auffallender ist, daß bestimmte Lamprophyre des Malsburgplutons (Nr. 16 a, 20, 31 a, 37, 48, 49, 68, 73, 74 und 77) durch deutliche Zirkonführung gekennzeichnet sind. Die Zirkonkristalle dieser Lamprophyre sind beachtlich groß (bis zu 0,3 mm) und heben sich gegenüber der Grundmasse deutlich heraus, was ihnen zuweilen Einsprenglingsdimensionen verleiht (Abb. 4a + b). Das Verhältnis von Länge zu Breite dieser Kristalle (POLDERVAART, 1956) ist durchschnittlich 3:1, in einem Fall jedoch (Abb. 4b) 10:1. Meist zeigen diese Individuen normale Interferenzfarben, einmal allerdings wurde eine deutliche Umwandlung in Malakon beobachtet. Diese großen gelblichen, teilweise schwach kantengerundeten Zirkone treten überwiegend als Einsprenglinge in der Grundmasse auf, vereinzelt bilden sie auch Einschlüsse in großen Biotiteinsprenglingen. In den umschließenden



Abb. 4a-b. Fremdzirkone in Lamprophyren

- a aus Augitolivinkersantit Nr. 16b; an der Straße Tergernau—Wies, südlich der Steinbrüche von Abbiati (90 $\times$, mit Polarisator);
- b aus Augitolivinkersantit Nr. 48; zwischen Bromberg und Schattann, nordwestlich von Ried (90 $\times$, mit Polarisator).

Feldspatkörnern der Grundmasse ist immer ein $\pm$ breiter, rot pigmentierter radioaktiver Hof ausgebildet. Zirkone kleineren Dimensionen finden sich gleichmäßig verteilt in allen Lamprophyren. Auch sie treten in der feinkörnigen Grundmasse und als Einschlüsse in Biotiten und Plagioklasen auf. Diese unscheinbaren, häufig rundlich-isometrischen Körner sind im Durchschnitt 0,0025 bis 0,01 mm groß und schwer auffindbar. Prismatisch ausgebildete, maximal 0,03 mm lange Zirkonkriställchen mit einem Verhältnis von Länge zu Breite von 4 : 1 bis 6 : 1 sind selten. Auch diese kleineren Individuen bilden pleochroitische Höfe in Biotiten oder rot pigmentierte radioaktive Höfe in den angrenzenden hellen Gemengteilen der Grundmasse. Zwischen beiden Gruppen liegt ein ausgesprochener Hiatus der Korngröße. Ein Vergleich der einzelnen Vorkommen hat folgende Beziehung

ergeben. Lamprophyre, wie Nr. 29, 42, 44, 45, 46 und 79, die sich durch schwarze Farbe als frisch und durch ihren Mineralbestand als basisch erweisen und keine Fremdquarz- und Fremdgesteinseinschlüsse führen, sind frei von großen Zirkonkristallen. Dagegen führen die hybriden Lamprophyre (reich an Fremdquarz- und Fremdgesteinseinschlüssen) jene oben genannten auffallend großen Zirkone. Solche Zirkone wurden auch in granitischen Fremdgesteinseinschlüssen beobachtet. Dies führt zu der Annahme, daß diese für Lamprophyre ungewöhnlich großen Zirkone (POLDERVAART, 1956) aus resorbierten Fremdgesteinen — vorwiegend granitischer Zusammensetzung — stammen. Sie stellen die letzten und stabilsten Relikte resorbierter Schollen dar. Eine absolute Altersbestimmung dieser Lamprophyrzirkone, getrennt nach Korngrößen, würde unter diesen speziellen Bedingungen aufschlußreich sein.

Orthit ist aus Lamprophyren als seltener Nebengemengteil bekannt (ROSENBUSCH, 1907, und JOHANNSEN, 1952). Aus den Lamprophyren des Südschwarzwalds war er bisher nicht beschrieben worden. In einzelnen Lamprophyrgängen des Malsburgplutons (Nr. 31b, 48, 49) tritt *Orthit* gleichmäßig verteilt als relativ unscheinbare (durchschnittlich 0,06 mm lang) Körner in der Grundmasse auf. Oft sind die schmutzigbraunen, deutlich pleochroitischen (hellbraun nach dunkelbraun) Körner von einem schmalen Saum von *Klinozoisit* umgeben, wie er häufig auch in anderen magmatischen Gesteinen vorkommt. Nach bisherigen Beobachtungen zu schließen, scheint die *Orthit*-führung in den Lamprophyren auf das Gebiet zwischen Ried und Schattann konzentriert zu sein, also in der Kontaktzone zwischen Mambacher Hybridgranit und Malsburggranit, in der auch der Malsburggranit durch häufige *Orthit*-führung gekennzeichnet ist.

Außer den genannten Nebengemengteilen treten untergeordnet folgende Nebengemengteile — oft sekundärer Entstehung — auf: *Magnetit*, *Hämatit*, *Pyrit*, *Leukoxen*, *Rutil*, *Titanit*, *Brookit* (?), *Anatas* und *Epidot-Klinozoisit*. Auch der *Grundmassenquarz* (durchschnittlich 1 bis 5 Vol.-%), der *Zwickelfüllungen* bildet, wird hier zu den Nebengemengteilen gestellt. Sekundäre Mineralbildungen aus Pseudomorphosen, wie z. B. *Picotit*, sind nicht mit eingeschlossen. *Magnetit*-kristalle sind selten. *Hämatit* tritt in größeren Körnern und Aggregaten und als feinverteiltes, rötlich durchscheinendes Pigment in einzelnen Lamprophyren angereichert auf. Auch sekundäre, messinggelbe, idiomorphe *Pyrit*-würfel sind in vielen Gängen konzentriert. Sowohl *Hämatit* als auch *Pyrit* wandeln sich leicht — von der Oberfläche ausgehend — in Brauneisen um. Die sekundären Titanminerale *Leukoxen*, *Titanit*, *Rutil* und *Brookit* (?) finden sich meist in enger Vergesellschaftung mit *Biotit* und *Chlorit*, besonders in hydrothermal umgewandelten Gängen. *Leukoxen* bildet unregelmäßig begrenzte, undurchsichtige Kornaggregate, die unter reflektiertem Licht gelblichweiß erscheinen. *Rutil*, entweder als einfache Individuen oder als durchkreuzte *Sagenitgitter*, längliche *Titanit*-kristalle und tafelige

Brookitkriställchen (?) sind im Biotit eingelagert. Gelbliche, quergestreifte Anatasbipyramiden treten in Nr. 22, 61 und 74 sowohl in der Grundmasse als auch in Karbonat- und Chloritpseudomorphosen auf. Derbe Körner oder radialstrahlige Büschel von gelblichgrünem, pleochroitischem Epidot und farblosem Klinozoisit sind häufig und in hydrothermal umgewandelten Gängen besonders auf Klüften angereichert.

e) Fremdeinschlüsse

Fremdgesteinseinschlüsse sind angereichert in den hybriden Lamprophyren des Malsburgplutons. Ihr Vorkommen ist vor allem auf zwei Gebiete konzentriert, den Raum Wies—Kirchhausen—Tegernau (die schlauchartige Verengung des Plutons) und den Raum Schattann—Kühlenbronn—Fischenberg (im näheren und weiteren Kontaktbereich gegen den Mambacher Hybridgranit). Fremdquarzeinschlüsse finden sich mit den Vorkommen von Fremdgesteinseinschlüssen vergesellschaftet. Folgende Fremdgesteinseinschlüsse wurden beobachtet: Aplitfragmente, die aus angrenzenden Aplitgängen abgeleitet werden können (Nr. 35 und 73), Granitbruchstücke (Nr. 17, 20, 31a, 50 und 77) und Metamorphite, die besonders häufig in den Lamprophyren Nr. 49, 67 und 68, also im nordöstlichen Teil des Plutons, auftreten. Die Aplitfragmente wurden mikroskopisch nicht untersucht. Die Granitbruchstücke, die vermutlich aus dem umgebenden Malsburggranit stammen, sind zusammengesetzt aus Quarz-Feldspat-Biotit-Aggregaten granitischer Korngröße, die zuweilen reichlich Apatit und Zirkon führen. Oft sind die Feldspate von der Lamprophyrgrundmasse korrodiert. Die Fragmente metamorpher Gesteine erscheinen megaskopisch entweder als zentimetergroße Gneiseinschlüsse oder kleinere Biotitnüsschen. Die mikroskopische Untersuchung jedoch zeigte einen reichen Mineralbestand, der im folgenden näher beschrieben ist.

1 Linsenförmiger Einschuß von Biotit-Plagioklas-Gneis aus Nr. 68

Der mehrere zentimetergroße Einschuß, der randlich von der Lamprophyrgrundmasse aufgeblättert ist, zeigt eine ausgesprochene Paralleltextur der Biotite und Plagioklase. Die Biotitschuppen, die randlich chloritisiert sind, führen Einlagerungen von Sagenit und Leukoxen. Größere porphyroblastische Chloritpseudomorphosen nach einem nicht bestimmbar Mineral sind sporadisch eingestreut. Die Plagioklasleisten sind vollständig serizitisiert und häufig myrmekitisch mit zwickelfüllendem Quarz verwachsen. Apatit tritt in zwei Varianten auf, einer langsäuligen, grünen, teilweise resorbierten und einer gedrungeneren, grauen, pleochroitischen. Vereinzelt sind auch kleine Zirkone und größere Pyritkristalle eingestreut.

2. Schwarzer schiefriger linsenförmiger Einschuß von Cordieritgneis aus Nr. 68

Der zwei Zentimeter große Einschuß hat flaseriges Parallelgefüge der Biotite mit rundlichen bis ovalen Einlagerungen von spinellreichen Andalusitknauern. Der

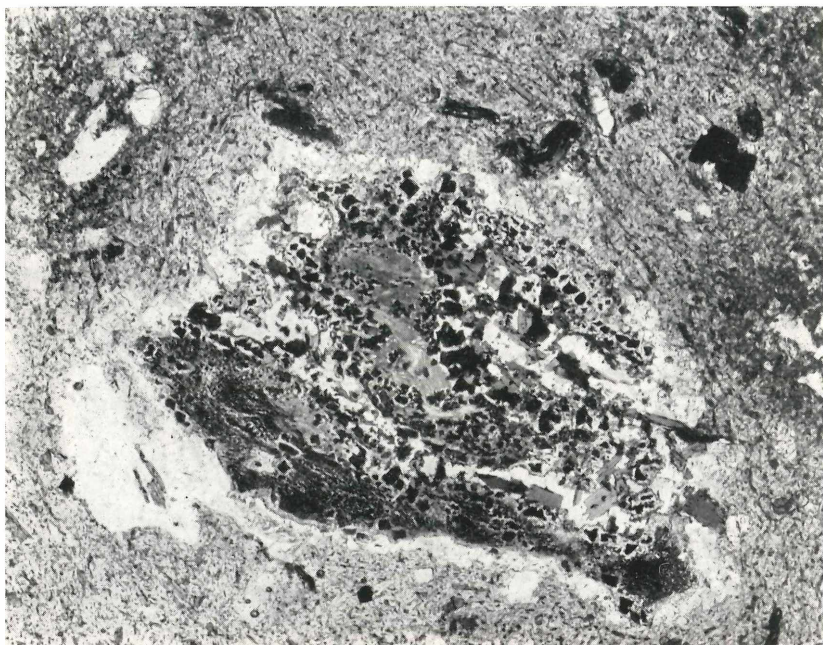


Abb. 5. Fremdgesteins-einschluß von Sillimanitgneis, im Kern Strähnen von Sillimanit, dunkelgrüner Spinell erscheint schwarz; Augitolivinkersantit Nr. 49; an P 997,7, zwischen Wasen und Schattann (15 ×, ohne Nicols).

lappig-begrenzte Biotit von strohgelbem bis dunkelrotbraunem Pleochroismus ist meist frisch, zeigt jedoch vereinzelt randliche Umwandlung in eine intensiv grüne Variante. Auffallend sind zahlreiche Einschlüsse winziger Zirkonkristalle, die tiefbraune, breite pleochroitische Höfe bilden. Neben Biotit tritt idiomorpher Cordierit stark hervor, der meist gelblich verwittert ist. Das Endprodukt der Umwandlung ist ein serizitähnliches Gemenge. In den cordieritführenden Gesteinen des Schauinslandgebietes machte WIMMENAUER (1950, S. 387) die gleiche Beobachtung. Cordierit ist meist mit Biotit vergesellschaftet und in einem serizitischen Grund eingebettet. Zwickelquarz und Büschel von pigmentiertem, leistungem Orthoklas treten zurück. Die rundlichen bis ovalen Knauer setzen sich zusammen aus grobkristallinen Wirtskristallen von rosaflecktem, schwach pleochroitischem Andalusit, poikilitischen Einschlüssen von schachbrettartig angeordnetem, dunkelgrünem Hercynit und vereinzelt Einlagerungen farblosen Korunds und gelblich-pleochroitischen Stauroliths. Randlich ist Andalusit in Serizit umgewandelt. Rutil und Ilmenit und ihre Umwandlungsprodukte sind häufige Nebengemengteile. Sillimanit wurde nicht beobachtet.

3. Ovaler dunkelgrüner Einschuß von Sillimanitgneis aus Nr. 49

Dieser auffallend frische Einschuß (6 mm groß) zeigt ebenfalls ein faseriges Parallelgefüge bei lagenförmiger Anordnung der einzelnen Mineralkomponenten (Abb. 5). Fein- und grobkörnige Sillimanit-Hercynit-Lagen, die vorwiegend aus faserig-büscheligen, verbogenen Sillimanitsträhnen und dunkelgrünen Hercynitkristallen in einem serizitischen Grundgewebe zusammengesetzt sind, wechseln mit Biotit-Plagioklas-Lagen, die aus titanreichen, rotbraunen, hypidiomorphen Biotit-schuppen (mit reichlichen Einlagerungen von Leukoxen und sperrig-verschränktem Rutil) und idiomorphen Plagioklasleisten bestehen. Lange Apatitsäulen sind eingestreut. Der Einschuß ist von einem pflasterartigen Saum von zonarem Plagioklas umgeben.

Die beiden zuletzt beschriebenen Fremdgesteinseinschlüsse gleichen zentimetergroßen Xenolithen von Cordieritgneis, wie sie HOENES (1956, S. 285) aus dem Mambacher Hybridgranit (Steinbruch nördlich Elbenschwand, südlich Punkt 550,2 m, im Kleinen Wiesental) beschrieben hat. Folgende Mineralgemengenteile wurden von HOENES erwähnt: „Biotit, Plagioklas, Orthoklas, Sillimanit, grüner Spinell, Korund, Magnetit und ein muskowitzartiges Mineral“. In Weiterführung der von HOENES (1956) vorgenommenen Analyse des prägranitischen Baus des Gneisgebirges können auf Grund zusätzlicher Beobachtungen nachstehende Folgerungen gemacht werden. Das Vorkommen größerer Cordieritgneisschollen innerhalb des Malsburggranits (ZIMMERLE, im Druck), die entweder indirekt als nichtresorbierte Altbestände aus dem Mambacher Hybridgranit oder direkt aus dem prägranitischen Gneisrahmen abgeleitet werden können, sowie das Auftreten der oben beschriebenen Einschlüsse von Sillimanit- und Cordieritgneisen in Lamprophyren und nicht zuletzt das häufige Vorkommen isolierter Cordierite und Cordieritpseudomorphosen in allen Ganggesteinen des Malsburggranits, die entweder aus aufgenommenen Dachschollen stammen oder aus dem tiefen Untergrund mit hochgebracht worden sind, weisen darauf hin, daß das Gebiet des Malsburgplutons vor der Intrusion der paläozoischen Granite überwiegend aus cordierit-, sillimanit- und andalusitführenden Paragneisen aufgebaut war. Ferner zeigen die Fremdgesteinseinschlüsse an, daß metamorphe Gesteine des älteren Rahmens Stoffanteile zur Bildung der Lamprophyre beige-steuert haben.

Einschlüsse von *Fremdquarz* sind in den Lamprophyren des Malsburgplutons überaus häufig. Ihre Größe schwankt von nur mikroskopisch erkennbaren Individuen bis zu pflaumengroßen, megaskopisch sichtbaren Knollen (Nr. 70 und 77). Diese besonders großen Quarzknollen — vermutlich zusammengeschweißte Aggregate kleinerer Körner —, die Biotiteinschlüsse führen, wurden mikroskopisch nicht untersucht. Auffallend häufig sind Quarzfremdlinge in Lamprophyren am Schattann. Die Fremdquarze sind meist gerundet, tropfenförmig, oval oder bohnenförmig; am Schattann dagegen herrschen bizarr korrodierte Kornformen vor (Abb. 6). Idiomorphe,



Abb. 6. Buchtig korrodierter Fremdquarzeinschluß; Augitkersantit Nr. 50; Gipfel vom Schattann (P 1066,9) ($54\times$, + Nicols).

bipyramidale Hochquarzkristalle, die vereinzelt Glaseinschlüsse führen, sind selten. Rundlich begrenzte Resorptionskanäle folgen vorwiegend den schlecht ausgebildeten Rhomboederspaltflächen des Quarzes. Die Korrosion der Körner ist zuweilen von radialen Brüchen begleitet, die sich durch starke Temperaturgegensätze zwischen Fremdeinschluß und Schmelze gebildet haben. Wo solche Brüche auftreten, löschen die Körner schwach undulös aus; sonst ist aber eine einheitliche Auslöschung der ganzen Körner vorherrschend. Viele Individuen sind wasserklar und rein, manche führen Bahnen von Flüssigkeitseinschlüssen mit beweglichen oder stehenden Libellen. Vereinzelt sind diese Bahnen nach den kristallographischen Hauptflächen orientiert. Einschlüsse von kurzprismatischem oder säuligem Apatit sind häufig, solche von Biotit, winzigen Zirkonkristallen und langen Rutilnadeln seltener. Reaktionshöfe um diese Fremdquarze herrschen vor. Vereinzelt ist prismatischer Diopsid in divergent-strahliger Anordnung erhalten; meist jedoch ist er zu einem Gemenge von Karbonat und Chlorit, seltener von Epidot oder Hämatit umgewandelt. Zuweilen sind die Reaktionssäume breiter als der Durchmesser des angeschnittenen Quarzkorns. Fremdquarze, die aus

einem unveränderten Kern und einer später hinzugewachsenen Quarzhülle bestehen (BECKE, 1890), die von den Mineralen des Reaktionssaums durchspießt wird, konnten ebenfalls beobachtet werden. Untergeordnet (Nr. 16b, 18 und 80) treten auch schmale Feldspatreaktionssäume auf, wie sie von REYNOLDS (1938) aus Vogesiten Irlands beschrieben worden sind. Sie brauchen nicht unbedingt auf tiefgreifende metasomatische Umwandlungen hinzuweisen, die REYNOLDS auf Grund ihrer Beobachtungen zu rekonstruieren versuchte. Quarzfremdlinge mit Reaktionssäumen sind in großer Zahl auch in Lamprophyren (ROSENBUSCH, 1907), Basalten (WEBB, 1941) und Diabasen (GOODSPEED, 1940) anderer Gebiete beobachtet worden. Die Reaktionssäume von Augit wurden von BECKE einleuchtend erklärt. SCHOKLITSCH (1935) zeigte experimentell, daß bizarre Kornformen in Einsprenglingsquarzen durch Korrosion und Resorption entstehen können, was von LÄMMLEIN (1930) noch in Frage gestellt worden war. Die Fremdquarze der Lamprophyre aus dem Malsburgpluton sind vermutlich größtenteils resorbierte Granitquarze. Einige Körner von Hochquarz mit Glaseinschlüssen weisen allerdings darauf hin, daß auch Porphyrfragmente durch die Lamprophyre resorbiert worden sind.

II. Quantitativer Mineralbestand und Klassifizierung der Lamprophyre

Schon aus einer nur vorläufigen Klassifizierung der Lamprophyre des Malsburgplutons (ZIMMERLE, im Druck) war zu ersehen, daß sich alle Lamprophyre der Minette- und Kersantitreihe zuordnen lassen. Die quantitative Bestimmung des Mineralbestandes nun bildete die Grundlage für ihre endgültige Einordnung. Deshalb wurden Integrationsanalysen auch an solchen Lamprophyren durchgeführt, die umgewandelt waren oder eine stark verfilzte Durchdringung der einzelnen Mineralgemengteile zeigten. Solche Bestimmungen haben einen semiquantitativen Charakter, und zwar um so mehr, je stärker die Umwandlung und die Durchdringung fortgeschritten waren. Trotz langwieriger Messungen war es nicht zu vermeiden, daß bestimmte Mineralkomponenten — wie z. B. Chlorit in der Grundmasse der umgewandelten Lamprophyre — nicht vollständig erfaßt werden konnten. Doch ist es gerechtfertigt, auch die Ergebnisse dieser Bestimmungen hier anzuführen.

Auf die Probleme und Schwierigkeiten der quantitativen Integrationsanalyse haben HOENES (1955) und CHAYES (1956) hingewiesen. Die von ihnen angeführten Beispiele beziehen sich jedoch auf Granite, die im Vergleich zu Lamprophyren oder anderen feinkörnigen, feinverfilzten Gesteinen relativ leicht zu vermessen sind. Dem Vorschlag CHAYES (1952) folgend, wurden in allen untersuchten Lamprophyrschliffen die Orthoklase mit einer

Natriumkobalt-(III)-nitrit-Lösung gelb gefärbt, um sie von den nichtgefärbten Plagioklasen leichter unterscheiden zu können. Es sei allerdings darauf hingewiesen, daß in Gesteinen mit stark umgewandelten Feldspaten diese Methode kritisch anzuwenden ist, da vereinzelt auch Partien der umgewandelten Plagioklase die Gelbfärbung annehmen. Die Gesamtlänge der Meßlinien pro Schlißfläche schwankte zwischen 300 und 400 mm. Die Streuung der Werte von Meßlinie zu Meßlinie war sehr gering für die Gemengteile der Grundmasse, etwas größer für die porphyrischen Einsprenglinge. Der Meßlinienabstand war auf den mittleren Korndurchmesser der Grundmassenkörner eingestellt.

Sämtliche Modalanalysen sind in Tabelle 2 aufgeführt. Bestimmt wurden die Volumenprocente der Haupt- und Übergemengteile und des Grundmassenquarzes. Primäre Nebengemengteile, wie Apatit, Zirkon, Orthit und Erze, deren Anteil meist unter 1 Vol.-% liegt, wurden unberücksichtigt gelassen. Stärker vertretene sekundäre Nebengemengteile (Titanminerale und Erze) sind in der Rubrik „Grundmasse“ mit eingeschlossen. Fremdquarz- und Fremdgesteinseinschlüsse wurden nicht ausgezählt. Wo Pseudomorphosen nach Cordierit auftreten oder wo sich Drusenfüllungen von Pseudomorphosen schwer unterscheiden ließen, ist dies in einer Fußnote vermerkt. Konnten Pseudomorphosen nach Olivin von Pseudomorphosen nach Augit nicht klar getrennt werden, sind die Volumenprocente in einer beiden Mineralen gemeinsamen Rubrik zusammengefaßt. In stark umgewandelten Gesteinen konnten unter „Biotit oder Pseudomorphosen nach Biotit“ oft nur die Biotiteinsprenglinge erfaßt werden, während der Biotitanteil der Grundmasse unter „Grundmasse“ erscheint. Aus stark chloritisierten Lamprophyren wurde nur Chlorit aufgeführt, da die primären Ursprungsminerale unbestimmt waren. Oft war es auch nicht zu vermeiden, die verschiedenen stark verfilzten und umgewandelten Mineralgemengteile der Grundmasse (Biotit, Chlorit, Plagioklas, Orthoklas, Akzessorien und Umwandlungsprodukte) in der verallgemeinernden Rubrik „Grundmasse“ zusammenzufassen. Allerdings wurde versucht, das Verhältnis von Plagioklas zu Orthoklas für die Klassifizierung abzuschätzen. Unter „Anmerkungen“ finden sich zusätzliche Beobachtungen zur Petrographie der jeweiligen Gesteine.

Die *Klassifizierung* der Lamprophyre des Malsburgplutons wurde wie folgt durchgeführt: War das Verhältnis von Hornblende (oder Augit) zu Biotit kleiner als 5 : 100, wurde das jeweilige Gestein hornblende- (oder augit-) führende Minette oder Kersantit benannt; war das entsprechende Verhältnis jedoch größer als 5 : 100, wurde das Gestein Hornblende- (oder Augit-) Minette oder -Kersantit bezeichnet (JOHANNSEN, 1952, S. 37). In Gesteinen, in denen sich Olivinpseudomorphosen von Augitpseudomorphosen oder Augiteinsprenglingen klar unterscheiden ließen, ist der ursprüngliche Olivinegehalt — ungeachtet der Volumenprozentzahl — im Gesteinsnamen mitausgedrückt. Wo eine solche Unterscheidung nicht möglich war, erscheint nur Augit, nicht aber Olivin im Gesteinsnamen. Pseudomorphosen nach Cordierit sind nur als „cordieritführend“ unter „Anmerkungen“ erwähnt.

Tabelle 2 Quantitativer Mineralbestand der Lamprophyre (in Vol.-%)

Nr.	Gesteinstyp	Pseudo- morphosen nach Olivin	Augit oder Pseudo- morphosen	Augit morphosen	Biotit oder Pseudo- morphosen	Hornblende nach Biotit	Chlorit	Grundmasse	Plagioklas	Orthoklas	Grund- massenquarz	Anmerkungen
1	Augitminette	12	18	—	—	—	—	66	—	—	4	Hämatitreich; Orthoklas überwiegt in Grundmasse; von Quarzgängen durchsetzt
5	Augitführender Hornblende- kersantit	—	—	—	—	41,5	—	56	1,5	1		Mafite (Hornblende, Biotit und etwas Augit) chloritisiert; Plagioklas albitisiert
7	Hornblende- kersantit	—	—	10	—	10	—	63	15	2		Stark chloritisiert; Chlorit z. T. pseudomorph nach Hornblende
9	Augitminette	15	22	—	—	63	<1	—	<1	—		Stark chloritisiert; Orthoklas überwiegt in rot- pigmentierter, z. T. büscheliger Grundmasse
11a	Augitlamprophyr	—	6	—	—	94	—	—	—	—		Nur Augit und Pseudomorphosen nach Augit in mikrokristalliner Grundmasse
15	Augitminette	19*	19	—	—	53	—	—	9	—		Hydrothermal umgewandelt und von Karbonat- gängen durchsetzt; hämatitreich; Orthoklas über- wiegt in Grundmasse
16a	Augitlamprophyr	14	2	—	—	74	10	—	<1	—		Hydrothermal umgewandelt und chloritisiert; chloritische, feldspatreiche Grundmasse; Plagioklas als Einsprenglinge
16b	Augitolivinkersantit	4	2	14	—	—	40	34	<1	—		Relativ frisch; mit auffallend großen Zirkon- kristallen
17	Augitkersantit	9,5	18,5	—	—	72	46	34	<1	—		Hämatitreich; albitisierte Plagioklas überwiegen in stark chloritischer Grundmasse

z. T. mit kleinen Drusen

Tabelle 2 Quantitativer Mineralbestand der Lamprophyre (in Vol.-%)

Nr. Gesteinstyp	Pseudo- morphosen nach Olivin	Augit oder Pseudo- morphosen	Augit nach Augit	Biotit oder Pseudo- morphosen	Hornblende nach Biotit	Chlorit	Grundmasse	Plagioklas	Orthoklas	Grund- massengranz	Anmerkungen
18 Augitolivininette	6,5	1,5	12	—	—	—	—	31	47	2	Eisenreiche Olivinseudomorphosen; teilweise frischer Augit; Plagioklaseinsprenglinge in orthoklasreicher, chloritischer Grundmasse; sekundärer radialstrahliger Epidot
20 Augitlivinkersantit	7,5	4,5	8	—	—	—	—	49	31	<1	Hybrider, relativ saurer Kersantit; reich an auf- fallend großen Zirkonkristallen
22 Augitlamprophyr	11	—	2	—	—	—	70	15	—	2	Hydrothermal umgewandelt; mit filzig-chloritischer, hämatit- und feldspatreicher Grundmasse
25 Augitkersantit	9	14,5	—	—	—	—	—	45,5	30	1	Relativ saurer Kersantit; Plagioklaseinsprenglinge in orthoklasreicher Grundmasse
28a Augitolivininette	7**	2	14	—	—	—	—	28,5	48,5	<1	Relativ saure Minette; cordieritführend; frischer Augit; gut ausgebildete Augitreaktionsränder um Fremdquarz; Grundmasse teilweise graphophyrisch
28b Augitminette	21	4	—	—	—	—	73	—	—	2	Hämatitreich; stark umgewandelt; Orthoklas über- wiegt in chloritischer Grundmasse
29 Augitolivininette	8	11	22,5	—	—	—	—	—	57	1,5	Frisch; reine Minette mit unverzwilligten, leistung- Orthoklasen; Pseudomorphosen überwiegend kar- bonatisch
31a Augitkersantit	5,5	8	—	—	—	—	82,5	4	—	<1	Filzig-chloritische, plagioklasreiche Grundmasse; mit zonaren Plagioklaseinsprenglingen; reich an winzig kleinen Zirkonen; vereinzelt auch größere Zirkon- kristalle
31b Augitlivinkersantit	10,5	3,5	26	<1	—	—	—	45	12,5	2,5	Orthitführend

Cordieritpseudomorphosen miteingeschlossen

Tabelle 2 Quantitativer Mineralbestand der Lamprophyre (in Vol.-%)

Nr.	Gesteinstyp	Pseudo- morphosen nach Olivin	Augit oder Pseudo- morphosen	nach Augit	Biotit oder Pseudo- morphosen	Hornblende nach Biotit	Chlorit	Grundmasse	Plagioklas	Orthoklas	Grund- massenquarz	Anmerkungen
32	Hornblende- führende Augitoliviminette	8,5**	2	13	<1	—	—	—	24,5	50,5	1,5	Hybride, inhomogene, relativ saure Minette; cordieritführend; hämatitreich; sekundärer, radial- strahliger Epidot; Augit und Hornblende zum Teil angereichert
35	Augitminette	23*	—	11	—	—	—	—	1	65	<1	Hydrothermal umgewandelt; hämatitreich; vorwie- gend Quarz-Karbonat-Chlorit-Pseudomorphosen; Orthoklas überwiegt in Grundmasse
36	Augitoliviminette	16,5*	6	14	—	—	—	63,5	—	—	<1	Mafie vollkommen chloritisiert oder in Karbonat umgewandelt; Orthoklas überwiegt in filzig-chlori- tischer Grundmasse
37	Augitlamprophyr	11	20	—	—	—	—	66	3	—	<1	Sark umgewandelt; Grundmasse z.T. kaolinitisiert; Biotit relativ frisch; wenige umgewandelte Plagio- klaseinsprenglinge
38	Augitkersantit	12,5	14	—	—	—	—	70,5	2	—	1	Plagioklas überwiegt in feinkörniger, filzig-chlori- tischer Grundmasse; vereinzelt Plagioklaseinspreng- linge
39	Augitlamprophyr	9*	2,5	—	—	—	—	71,5	12	—	5*	Sark umgewandelt; reich an kleinen Drusen; mit rundlichen albitischen Plagioklaseinsprenglingen; mikrokristalline Grundmasse
40	Augitlivinkersantit	7,5	5,5	16,5	—	—	—	—	49	19,5	2	—
41a	Augitminette	13	16,5	—	—	—	—	65,5	—	—	5	Orthoklas überwiegt in büscheliger, rot pigmentierter Grundmasse, die vereinzelt auch rundliche Chlorit- aggregate enthält

z. T. mit kleinen Drusen Cordieritpseudomorphosen miteingeschlossen

Tabelle 2 Quantitativer Mineralbestand der Lamprophyre (in Vol.-%)

Nr. Gesteinstyp	Pseudo- morphosen nach Olivin	Augit oder Pseudo- morphosen	Biotit oder Pseudo- morphosen	Hornblende nach Biotit	Chlorit	Grundmasse	Plagioklas	Orthoklas	Grund- massenquarz	Anmerkungen
42 Augitkersantit	26	11	—	—	—	60	1,5	—	1,5	Frisches Aussehen, doch stark hydrothermal umgewandelt; dünne Plagioklasleisten überwiegen in sperrig-verschränkter Grundmasse
43 Augitkersantit	14	20,5	—	—	—	—	46,5	19	<1	Hämatitreich
44 Augitolivinkersantit	3	3,5	42,5	<1	—	—	46	3	2	Frisch; biotitreich; mit sekundärem Epidot
45 Augitolivinkersantit	11	8	29	—	—	—	42	10	<1	Frisch; Chlorit-Talk-Pseudomorphosen nach Olivin; Augit zeigt beginnende Karbonatisierung
46 Augitolivinminette	18	7	18	<1	—	54	3	—	<1	Frisch; Augit jedoch karbonatisiert; xenomorpher Orthoklas überwiegt in Grundmasse
48 Augitolivinkersantit	11	2	15,5	—	—	—	38	32	1,5	Orthitführend; mit auffallend großen Zirkonkristallen, die z. T. in Malakon umgewandelt sind; mit bizarr korrodierten Fremdquarzen
49 Augitolivinkersantit	4,5	3	12	—	—	75	4,5	—	1	Hybrider Kersantit; mit Fremdgesteinsinschlüssen und auffallend großen Zirkonkristallen; orthit- und cordieritführend; Plagioklas überwiegt in stark verfilzter Grundmasse
50 Augitkersantit	6	19	—	—	—	69	6	—	—	Mit bizarr korrodierten Fremdquarzen; mit Fremdgesteinsinschlüssen; in Grundmasse überwiegt leichter Plagioklas isometrischen Orthoklas
51 Augitolivinkersantit	14	3	16,5	<1	—	—	39	26	1,5	Augit reliktsch erhalten
52 Augitolivinkersantit	17	7	22	—	—	—	42	10	2	Augit reliktsch erhalten

Tabelle 2 Quantitativer Mineralbestand der Lamprophyre (in Vol.-%)

Nr.	Gesteinstyp	Pseudo- morpho- lin nach Olivin	Augit oder Pseudo- morphosen	nach Augit	Biotit oder Pseudo- morphosen	Hornblende nach Biotit	Chlorit	Grundmasse	Plagioklas	Orthoklas	Grund- massenquarz	Anmerkungen
53	Augitolivinkersantit	12,5	2	17	—	—	—	—	42,5	22	4	Reich an bizarr korrodierten Fremdquarzen
54	Augitolivinkersantit	7	6	17,5	—	—	—	—	55,5	14	<1	Relativ grobkörnige, sperrig-verschränkte Grundmasse
55	Augitlamprophyre	14,5	12,5	—	—	—	—	64,5	—	—	8,5	Stark umgewandelt; mit filzig-chloritischer Grundmasse
56	Augitminette	12	6,5	—	—	—	—	76,5	—	—	5	Mafie chloritisiert; blockiger Orthoklas überwiegt in Grundmasse
57	Augitminette	14,5	9	—	—	—	—	—	29	43,5	4	Mafie chloritisiert
60	Augitminette	12	15,5	—	—	—	—	66,5	—	—	6	Orthoklas überwiegt in büscheliger, rotpigmentierter Grundmasse
61	Augitkersantit	21	7,5	—	—	—	—	—	40	31,5	<1	Mafie chloritisiert
62	Augitkersantit	10	28,5	—	—	—	—	—	51	6,5	4	Relativ saurer Kersantit von porphyrischem Habitus; stark chloritisiert; mit vereinzelt Orthoklasbüscheln
63	Augitkersantit	15	1	—	—	—	—	84	—	—	—	Mafie chloritisiert; Plagioklas überwiegt in feinkörniger, filzig-chloritischer Grundmasse; Biotit-einsprenglinge zurücktretend
65	Augitkersantit	18	7	—	—	—	—	—	38,5	31,5	5	Mafie chloritisiert
66	Augitolivinminette	11	5,5	19,5	—	—	—	57,5	—	—	6,5	Orthoklas überwiegt in rotpigmentierter, büscheliger Grundmasse; die von „Quarztropfen“ durchsetzt ist

Tabelle 2 Quantitativer Mineralbestand der Lamprophyre (in Vol.-%)

Nr. Gesteinstyp	Pseudo- morphosen nach Olivin	Augit oder Pseudo- morphosen nach Augit	Biot oder Pseudo- morphosen nach Biot	Hornblende	Chlorit	Grundmasse	Plagioklas	Orthoklas	Grund- massenquarz	Anmerkungen
67 Augitkersantit	28	13	—	—	—	—	31,5	24,5	3	Frisch; mit Fremdgesteinsinschluß
68 Augitolivinkersantit	12**	2	22	<1	—	—	46,5	17,5	<1	Hybrider Kersantit mit zahlreichen Fremdgesteins- einschlüssen und großen Zirkonkristallen
71 Augitkersantit	42*	<1	—	—	—	49	9	—	—	Mafite chloritisiert; reich an Karbonat; Plagioklas- leisten überwiegen in stark chloritischer Grundmasse
73 Augitkersantit	13	15,5	—	—	—	—	58	12	1,5	Mafite chloritisiert; reich an sekundärem Karbonat
74 Augitkersantit	18,5	24	—	—	—	53	—	—	4,5	Mafite chloritisiert; muskowitzführend; kleine Dru- sen mit Quarzfällung; Plagioklasleisten überwiegen in chloritischer, sperrig-verschränkter Grundmasse
76 Augitkersantit	—	—	—	—	17	79,5	<1	—	3,5	Mafite chloritisiert; hämatitreich; reich an kleinen Druzen, z. T. mit Amethyst; von Quarzgängen durchsetzt; Plagioklasleisten überwiegen in chlori- tischer, sperrig-verschränkter Grundmasse
79 Augitolivinkersantit	18	10	25,5	—	—	—	26	20,5	<1	Frisch; Plagioklas leistig, Orthoklas mehr isometrisch
80 Hornblende- kersantit	—	—	3,5	4,5	17***	—	45,5	27	2,5	Kersantit mit spessartitischer Tendenz; braune Hornblende; hydrothermal umgewandelt
83 Augitkersantit	12	16,5	—	—	—	70	—	—	1,5	Mafite chloritisiert; hämatitreich; Plagioklasleisten überwiegen in sperrig-verschränkter Grundmasse

z. T. mit kleinen Druzen
Cordieritpseudomorphosen miteingeschlossen
z. T. mit Epidot

Der quantitative Mineralbestand einiger ausgewählter frischer Lamprophyre ist in Abbildung 7 graphisch dargestellt. Die einzelnen Beispiele sind generell von Süden nach Norden angeordnet. Die dunklen Gemengteile — Biotit, Olivin und Augit in Reihenfolge ihrer Häufigkeit — nehmen nach Norden hin zu; die südlichen hybriden Lamprophyre sind also saurer als die nördlichen Lamprophyre. Kersantite mit deutlicher Plagioklasvormacht überwiegen.

Zusammenfassend ergab die quantitative Bestimmung des Mineralbestandes, daß unter den frischen Lamprophyren des Malsburgplutons Augitolivinkersantite und Augitolivinminetten die beiden Standardtypen darstellen, wobei die Lamprophyre der Kersantitreihe zahlenmäßig überwiegen. Minetten finden sich vereinzelt zwischen die Kersantitvorkommen eingestreut, herrschen jedoch vor in zwei Teilen des Massivs, nordöstlich von Schwand und im Raum Wies—Stockmatt—Fischenberg. Bei Stockmatt reichen diese minettischen Lamprophyre nahe an die im Westen angrenzenden und räumlich ausgedehnten Vorkommen der feinkörnigen, aplitischen, ebenfalls orthoklasreichen Randfazies des Malsburggranits heran, was zu der Annahme führt, daß in diesem Teil des Plutons orthoklasreiche Differentiate über eine lange Zeitspanne persistent waren, nämlich von der frühen Differentiation der aplitischen Randfazies bis zur späten Bildung der Lamprophyre. Die allgemein vorherrschenden Kersantite dagegen setzen mit Schwerpunkt entlang dem Kontakt gegen den Mambacher Hybridgranit auf.

III. Petrographische Beschreibung einzelner Lamprophyre

Nachfolgend werden einige Beispiele lamprophyrischer Ganggesteine beschrieben, die sich entweder durch besondere strukturelle Ausbildung, durch das Vorhandensein ungewöhnlicher Mineralkomponenten oder durch die Vielfalt ihrer Umwandlungsprodukte auszeichnen.

Nr. 11a Augitlamprophyr

Nördlich vom Liebeck bei P 538,1, westlich von Zell

Der nur 4 cm mächtige, dichte Gang streicht 75° und keilt in einer Richtung nach 0,5 m aus. Das dunkelgraue, am Salband grünliche Gestein zeigt als Folge seiner geringen Mächtigkeit eine ausgeprägt porphyrische Struktur. Einzelne sehr kleine Einsprenglinge durchsetzen eine dichte Grundmasse. Über die Gangmächtigkeit hin ist das Gestein vertikal gebändert, was sich durch schwachen Farbwechsel und kontaktnahes Parallelgefüge andeutet. U. d. M. zeigt das Gestein eine hiatal-porphyrische Struktur bei mikrokristalliner bis mikrofelsitischer Ausbildung der Grundmasse. Am Kontakt ist ein mehrere mm-mächtiges sphärolithisches Salband (Abb. 2) ausgebildet. Die Einsprenglingsgröße schwankt nur wenig vom Salband zur Gangmitte. Die achtseitigen Umrisse der Einsprenglinge und primär erhaltener Augit weisen darauf hin, daß ursprünglich nur Augit als Einsprengling vorhanden

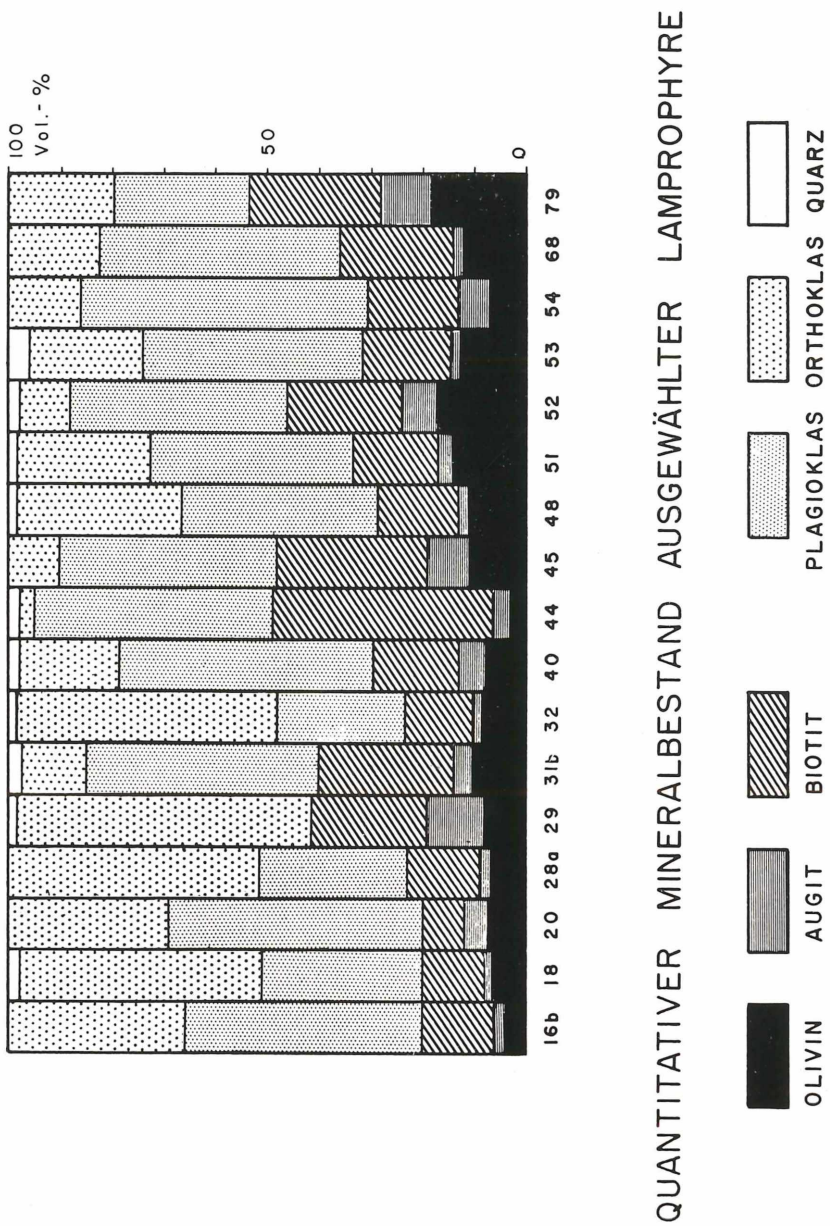


Abb. 7

war. Frische Augite sind farblos bis schwach grünlich, zeigen ausgezeichnete Spaltbarkeit und bilden Zwillinge nach (100). Auf Grund ihrer Auslöschungstiefe ($Z \wedge c$) von 39° sind sie zu Diopsid zu stellen. Einzelne Pseudomorphosen sind von der Grundmasse bizarr korrodiert. Folgende, meist zonar angeordnete Umwandlungsprodukte des Diopsids konnten beobachtet werden und sind hier tabellarisch vermerkt:

Innenzone	Mittelzone	Außenzone
Diopsidrelikte	Chlorit	Quarz
Chlorit	Chlorit	Quarz
Chlorit	Chlorit	Chlorit
Leukoxen	Chlorit	Quarz
Epidot	Epidot	Quarz
Epidot	Chlorit	Quarz
Chlorit	Epidot	Quarz
Quarz	Quarz	Quarz

Einsprenglinge von Olivinpseudomorphosen, Feldspate und Fremdquarze fehlen, vereinzelt ist jedoch idiomorpher oder skelettartig korrodierter Pyrit eingestreut. Die mikrokristalline bis mikrofelsitische, feinverfilzte Grundmasse läßt nur feinschuppigen Biotit erkennen. Der Plagioklas- und Orthoklasgehalt konnte mikroskopisch nicht bestimmt werden.

Nr. 22 Augitlampophyr

Nördlich vom Köpfle, westlich von Lehnacker

Das rotbraun gefleckte Gestein mit Einsprenglingen von Biotit und Feldspat streicht ca. 65° und setzt im Blauengranit auf. In seiner näheren Umgebung finden sich hydrothermale Mineralgänge der Zone Kirchhausen—Baselmattweiher, die vermutlich das Gestein hydrothermal beeinflusst und umgewandelt haben. U. d. M. zeigt das Gestein eine holokristalline, serialporphyrische Struktur bei panidiomorpher Ausbildung der einzelnen Gemengteile. Pseudomorphosen von Karbonat, Chlorit, Serpentin und Talk nach Olivin und Augit sowie Biotit und Plagioklas bilden Einsprenglinge. Achtseitig begrenzte Pseudomorphosen nach Augit herrschen vor. Die Biotiteinsprenglinge mit einem Pleochroismus von strohgelb bis dunkelgrünbraun sind fast immer gerundet und zeigen Korrosionsspuren. Randliche Einlagerungen von Hämatitschüppchen und Einschlüsse von kleinen grünlichen Apatitsäulchen sind häufig, Zirkoneinschlüsse sind dagegen seltener. Einlagerungen von dünnen Quarzlinsen treten hinzu. Die albitischen Plagioklaseinsprenglinge sind tafelig ausgebildet; oft führen sie randlich oder zentral Zonen von rötlichem Hämatit. Umwandlungen zu Chlorit, Serizit oder Kaolinit gehen von den Spaltflächen aus. Vereinzelt führt Plagioklas Einschlüsse von älterem Biotit, Apatit und Zirkon. Die stark rötlich pigmentierte (Hämatit) Grundmasse setzt sich überwiegend aus einem sperrigverfilzten Gemenge von Feldspat und Chlorit zusammen. Das Plagioklas-Orthoklasverhältnis der Grundmasse kann nicht bestimmt werden. Grundmassenquarz tritt vollkommen zurück. Idiomorphe klare Apatite und

gedrungene, auffallend große (bis 0,16 mm lang), schwach grünliche Zirkone sind Nebengemengteile. Die Zirkone — von der Größenordnung der Biotiteinsprenglinge — bilden rötliche Höfe in den umgebenden Mineralen der Grundmasse; vereinzelt haben sie einen schmutzig-trüben Kern. Überaus klar ausgebildet sind sekundäre Titanminerale wie insekteneier-ähnliche Aggregate von Leukoxen, Titanit und pseudokubische gelbe Körner von Anatas. Vereinzelt sind auch sekundäre Epidotbüschel eingestreut.

Nr. 31b Augitolivinkersantit

Ausgang der Schlucht des Riederbächle, östlich Schrauen, südlich von Ried

Der bräunlichschwarze, 50 cm mächtige Lamprophyrgang, der von einem geringermächtigen und dichterem zweiten Gang begleitet ist, setzt in einem kleinen Aufbruch von Malsburggranit auf, der allseitig von Gesteinen des Mambacher Hybridgranits umgeben ist. U. d. M. zeigt das Gestein eine schwach serial-porphyrische Struktur bei panidiomorpher Ausbildung und sperrig-verschränkter Anordnung der einzelnen Gemengteile. Einsprenglinge von Pseudomorphosen nach Olivin und Augit und von Biotit sind häufig, solche von Plagioklas seltener. Die Pseudomorphosen nach Olivin setzen sich überwiegend aus maschigem Serpentin zusammen, dem kleine, dunkelbraune bis opake Picotitoktaeder beigemengt sind. Untergeordnet treten Talk, pilitische Hornblende, Titanit und Karbonat hinzu. Die vollkommen idiomorphen, meist achtseitigen Schnitte nach Augit sind chloritisiert oder serpentiniert unter stärkerer Beteiligung von Karbonat und Titanoxiden. Reliktisch sind zuweilen Kerne frischer Diopside erhalten. Pseudohexagonaler, frischer, titanreicher Biotit mit einem Pleochroismus von strohgelb bis rotbraun überwiegt unter den Einsprenglingen. Schraubenförmige Ausbildung der Biotite und dunklere Ränder um den Biotit sind nicht selten. Kleinere Individuen zeigen Resorptionserscheinungen (manchmal schachbrettartig angeordnet). Sporadisch ist Biotit mit blaßgrünen Hornblenderelikten verwachsen; oft ist er randlich chloritisiert. Einschlüsse von Apatit und winzigen Zirkonen, die teilweise schwach pleochroitische Höfe bilden, sind häufig. Die mit Hämatit pigmentierte Grundmasse ist aus Plagioklas und Orthoklas zusammengesetzt. Leistiger Plagioklas, der z. T. zentral in Kaolinit und Karbonat umgewandelt ist und Einformungsränder von Albit führt, überwiegt den mehr isometrischen Orthoklas, der reich an Einschlüssen langer Apatitsäulen ist. Vereinzelte Partien zeigen Ansätze zur sphärolithischen Ausbildung der Feldspate. Der Grundmassenquarz bildet die Zwickelfüllungen und zeigt ebenfalls Einschlüsse von Apatit. Vereinzelte Fremdquarzeinschlüsse sind von $\pm$ breiten, chloritisierten und karbonatisierten Reaktionssäumen umgeben. Sekundäre, von den Mineralen des Reaktionssaums durchspießte Anwachszone des Quarzes (BECKE, 1890) konnten auch beobachtet werden. Spießige, schwach grünliche Apatitsäulen durchsetzen wirr alle Mineralgemengteile; häufig zeigen

sie Resorptionskanäle. Grauer, pleochroitischer Apatit und große Zirkonkristalle wurden in diesem Gestein nicht gefunden. Charakteristisch sind jedoch kleine, unscheinbare Körner (ca. 0,06 mm lang und 0,02 mm breit) von pleochroitischem hell- bis dunkelbraunem Orthit, die sehr gleichmäßig im Gestein verteilt sind. Meist sind sie von einem schmalen Klinozoisit-Epidot-Saum umgeben. Pleochroitische Hofbildungen wurden allerdings nicht beobachtet.

Nr. 79 Augitolivinkersantit

Zwischen Stühle und Kaidbuck

Der grünlichschwarze, ungefähr 160° streichende Gang konnte an Hand von Lesestücken gut auskartiert werden. Das Gestein ist ausgesprochen hart, zäh und frisch und zeigt megaskopisch erkennbare Biotiteinsprenglinge. U. d. M. erscheint eine holokristalline, serial-porphyrische Struktur bei panidiomorpher Ausbildung der einzelnen Gemengteile. Die Grundmasse ist sperrig-verschränkt. Pseudomorphosen nach Olivin sowie Augit und Biotit bilden Einsprenglinge. Die großen Olivinpseudomorphosen bestehen vorwiegend aus grünlichem, maschigem Serpentin, dem etwas Biotit, Chlorit und pilitische Hornblende beigemengt sind. Oft werden sie von einem Biotitreaktionssaum umgeben. Nur vereinzelt sind dunkelbraune Picotitoktaeder eingestreut. Die etwas kleineren, farblos bis schwach grünlichen Diopside sind idiomorph ausgebildet unter Betonung der Flächen (100), (010) und (110). Zwillinge nach (100) und glomeroporphyrische Verwachsungen kommen vor. Die ausgefranzten Korngrenzen zeigen schwache Umwandlungserscheinungen. Frischer, pseudohexagonaler Biotit mit Pleochroismus von grünlichgelb bis dunkelbraun überwiegt unter den Einsprenglingen. Er ist randlich schwach chloritisiert. Die sperrig-verschränkte Grundmasse setzt sich aus schwach serizitisiertem, leutigem, albitischem Plagioklas und mehr isometrischem Orthoklas zusammen. Plagioklas ist etwas stärker vertreten. Lange, grünliche Apatitsäulen durchspießen wirr die Grundmasse. Fremdquarzeinschlüsse und größere Zirkonkristalle wurden nicht gefunden. Der Gehalt an Grundmassenquarz bleibt unter 1 Vol.-%. Leukoxenartige Umwandlungsprodukte und sekundäre Karbonatbildung treten vollständig zurück.

IV. Lamprophyre und Radioaktivität

Im Zuge der Uranprospektion wurde während der letzten zehn Jahre von verschiedenen Autoren die Beobachtung gemacht, daß viele Lamprophyre durch erhöhte Radioaktivität gekennzeichnet sind.

EMMONS, REYNOLDS & SAUNDERS (1953) kommen zu dem Schluß, daß die Mineral-komponenten der „Lamprophyrgänge“*, die sie im Grundgebirge Wisconsin unter-

Diese sogenannten „Lamprophyre“ sind keine Lamprophyre im klassischen Sinne ROSENBUSCHs, sondern Bildungen tiefer Grundgebirgsstockwerke, die mehr schlierig und unscharf begrenzt sind. Der Name „Lamprophyroid“ würde dem unterschiedlichen Vorkommen dieser Gesteinsgruppe besser gerecht werden.

sucht haben, aus dem benachbarten granitischen Nebengestein abgeleitet werden können. Diese Lamprophyre setzen sich zusammen aus deuterischen Restschmelzen (vorwiegend alkalische Lösungen, reich an Feldspatsubstanz) und dunklen Gemengteilen, die auf dem Weg zum Zentrum der Anhäufung selektiv resorbiert worden sind. Granitische Gesteinspartien, die reich sind an hellen Mineralkomponenten, aus der unmittelbaren Umgebung der Lamprophyrgänge sind das Herkunftsgebiet der „ausgelaugten“ dunklen Gemengteile. Einzelne Beobachtungen lassen darauf schließen, daß lamprophyrisches Material wahrscheinlich bis zu 400 m weit gewandert ist. Die Autoren nehmen an, daß sich die Lamprophyre im niederen Temperaturbereich der deuterischen Lösungen gebildet haben. Wie Geländebeobachtungen, Radiographien, Studium der Thermolumineszenz und Messungen mit dem Geigerzählrohr zeigen, sind radioaktive Minerale — speziell Pechblende — mit diesen Lamprophyren vergesellschaftet und besonders am Kontakt Granit-Lamprophyr angereichert. Unter gewissen Voraussetzungen können Lamprophyrvorkommen Konzentrationen radioaktiver Stoffe andeuten. LARSEN & PHAIR (1954) diskutieren im Rahmen des Symposiums „Nuclear Geology“ die Verteilung von Uran und Thorium in magmatischen Gesteinen. Obwohl im allgemeinen der durchschnittliche Gehalt an radioaktiven Stoffen in sauren Plutoniten größer ist als in basischen, zeigen viele lamprophyrische Ganggesteine ungewöhnlich hohe Urangehalte, verglichen mit ihrem niederen Kieselsäuregehalt. Dies wird dadurch erklärt, daß im Verlauf der magmatischen Entwicklung eines Plutons eine maximale Konzentration von Uran und Thorium in den jüngsten Differentiationsprodukten auftritt, ohne Rücksicht auf den Chemismus der jeweiligen Gesteine. NEUERBURG (1956) weist ebenfalls auf die hohe Radioaktivität mancher Lamprophyre hin. ROUBAULT (1956) beschreibt eine hydrothermale Uranlagerstätte, die mit Minettegängen vergesellschaftet ist, aus dem Granit- und Granulitmassiv von Ambazac. Pliozäne, trichterförmige vulkanische Explosionsschlote lamprophyrischen Chemismus, die den schwäbischen Tuffschloten ähnlich sind, erwähnt SHOEMAKER (1956) aus dem Coloradoplateau. Diese „lamprophyrischen Ergußgesteine“ — eruptive Äquivalente von Monchiquiten und Minetten — zeichnen sich durch hohe Konzentrationen von Zirkonium, Barium, Niob, Strontium, Beryllium, Bor, Blei und seltenen Erden der Cerguppe aus. Verglichen mit den Olivinbasalten des Coloradoplateaus sind diese Monchiquite und Minetten ungewöhnlich radioaktiv. Sowohl die Ergußgesteine als auch die sedimentären Nebengesteine zeigen fein-disperse Anreicherung von Uran- und Vanadiummineralen und Phosphaten. Wahrscheinlich ist der Hauptanteil von Uran in sehr feinkörnigem Apatit konzentriert. Die Möglichkeit wird erwogen, daß die radioaktiven Stoffe dieser Lagerstätte aus einem H_2O - und P_2O_5 -reichen, uranführenden Monchiquit magma abgeleitet werden können. KLEPPER & WYANT (1957) betonen erneut, daß in jedem gegebenen Differentiationszyklus magmatischer Gesteine die spätmagmatischen Differentiate die radioaktivsten sind. Diese Beobachtungen und Folgerungen stehen in scheinbarem Gegensatz zu Untersuchungen von pleochroitischen Höfen, die STARK (1936) an Lamprophyren der Sachso-Thuringischen und Moldanubischen Zone Zentraleuropas ausgeführt hat. Dieses Studium sollte Aufschluß geben über „die Verteilung radioaktiver Substanzen in den verschiedenen Gesteinen“. STARK folgert, daß radioaktive Stoffe in saurem Gesteinsreihen gegen den salischen Pol hin angereichert sind, am kieselsäurereichsten Ende jedoch wieder zurücktreten (Aplite und quarzreiche Granulite) und daß im allgemeinen die Anzeichen radioaktiver Substanzen in basischen Gesteinen — Lamprophyre sind hier ein-

geschlossen — abnehmen. Zusammenfassend wird gesagt, daß pleochroitische Höfe in Mineralen aus Lamprophyren relativ selten sind und nur undeutlich ausgebildet. Allein Apatit wird namentlich als hofbildendes Mineral genannt. Quantitative Angaben fehlen, was eine Auswertung dieser Untersuchungsergebnisse erschwert.

Diese Beobachtungen und Hypothesen waren Anlaß, die Lamprophyre des Malsburgplutons ebenfalls auf ihre Radioaktivität hin zu untersuchen. Sollte die von LARSEN & PHAIR (1954), BOISSEVAIN (1957) und KLEPPER & WYANT (1957) ausgesprochene Hypothese zutreffen, daß im Verlauf der magmatischen Entwicklung eines Plutons eine maximale Anreicherung von Uran und Thorium in den jüngsten Differentiationsprodukten auftritt ohne Rücksicht auf den Chemismus der jeweiligen Gesteine, müßten alle Lamprophyre radioaktiver sein als die granitischen Gesteine des gleichen magmatischen Zyklus. Eine erhöhte, in diesem Falle *primäre* Radioaktivität der Lamprophyre würde folgerichtig ein Charakteristikum der Lamprophyre als Gesteinsgruppe darstellen, da in den meisten beobachteten Fällen die Lamprophyre die spätesten Gangintrusionen eines magmatischen Zyklus sind, jünger als die Ganggranite, Aplite und Granitporphyre. Die absolute Höhe der Radioaktivität hängt selbstverständlich in jedem Falle ab von der Menge der ursprünglich im Magma vorhandenen radioaktiven Elemente. Eine andere Möglichkeit ist jedoch, daß die in vielen Fällen beobachtete erhöhte Radioaktivität der Lamprophyre *sekundär* ist. Wie SPURR (1925), BEDERKE (1947), POLKWOJ (1950) und GRIGOREV & DOLOMANOVA (1957) beobachtet haben, sind Lamprophyre oft mit hydrothermalen Erz- und Mineralgängen vergesellschaftet und entweder gleichaltrig oder sogar jünger als diese hydrothermalen Gänge. In diesen Fällen könnte eine erhöhte Radioaktivität auf sekundäre hydrothermale Zufuhr und Umwandlung der Lamprophyre zurückgeführt werden.

Die Alpha-Aktivität von 24 Lamprophyr- und 9 Granitproben aus dem Malsburgpluton wurde mit Hilfe eines „Windowless Flow Counter“, Modell SC-16 (Tracerlab, Boston), und einer „Scaling Unit“, Modell 182a (Nuclear, Chicago), bestimmt. Das Gerät arbeitete für die vorliegenden Bestimmungen der Alpha-Aktivität mit einer Spannung von 1600 V (± 4 mV Abweichung). Gemessen wurde die feingeschliffene Ober- oder Unterseite 0,5 cm dicker zylindrischer Gesteinskerne mit einer einheitlichen Bezugsfläche von 5,06 cm² (ϕ 2,54 cm = 1 Zoll). Die Meßdauer für jede Probe war ca. 24 Stunden.

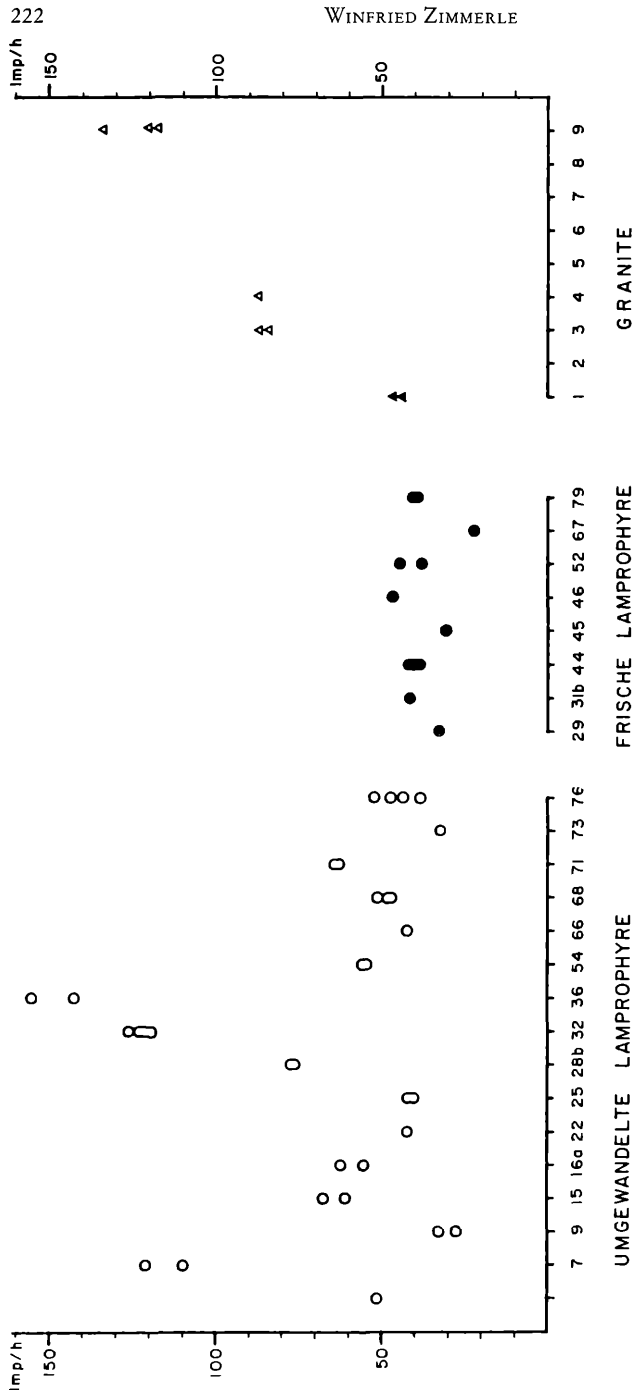
Numerierung und Fundort der gemessenen Lamprophyrproben können Tabelle 1 entnommen werden; Numerierung und Fundort der Granitproben sind im folgenden aufgeführt:

1. Dunkler Einschluß im Malsburggranit; 500 m südsüdwestlich von Kühlenbronn
2. Malsburggranit; 500 m südlich von Ried, am Riederbächle
3. Malsburggranit; Steinbruch von Abbiati, nordwestlich von Tegernau
4. Malsburggranit; am Federlisberg, östlich von Malsburg
5. Mambacher Hybridgranit; P 820,3, zwischen Hohenegg und Sättle
6. Malsburggranit; P 609,3, westlich von Adelsberg

- 7 Malsburggranit; Steinbruch von Dörflinger, im Kandertal nördlich von Malsburg
8. Malsburggranit; Buntweberei Hausen im Tal der Großen Wiese
9. Malsburggranit; Steinbruch bei P 989,2, nördlich von Kühlenbronn

Da die zur Verfügung stehenden Gesteinsproben in der Größe beschränkt waren, konnten Kontrollmessungen nicht in dem Umfang ausgeführt werden, wie es für eine eingehendere statistische Auswertung wünschenswert gewesen wäre. Nur von Nr. 32 standen zwei verschiedene Proben aus dem gleichen Aufschluß zur Verfügung. Die Meßdaten dieser beiden Proben zeigen jedoch nur geringe Streuung. Wenn möglich, wurden Ober- und Unterseite der Probe, gelegentlich auch ein zweiter Kern desselben Handstücks gemessen.

In Abbildung 8 sind die einzelnen Meßwerte jeder Probe durch Punkte dargestellt. Innerhalb der Lamprophyrgruppe sind die hellerfarbenen, umgewandelten Lamprophyre durch schwarze Kreise, die schwarzen, nicht umgewandelten frischen Lamprophyre durch schwarze Punkte gekennzeichnet. Die Granite erscheinen als weiße Dreiecke; der dunkle Einschuß im Granit als schwarze Dreiecke. Wie die Abbildung zeigt, haben die schwarzen, frischen Lamprophyre Nr. 29, 31 b, 44, 45, 46, 52, 67 und 79 im Durchschnitt eine niedrigere Alpha-Aktivität als die Granite und die hellerfarbenen, umgewandelten Lamprophyre. Der dunkle Einschuß aus dem Malsburggranit (Nr. 1) zeigt eine ähnliche Intensität wie die frischen Lamprophyre. Innerhalb der Granitgruppe hat Nr. 9 die höchste Intensität, die sich mikroskopisch durch eine Anreicherung von Orthit erklären ließ. Die Meßwerte innerhalb der Gruppe der umgewandelten Lamprophyre schwanken stark, wobei die Beobachtung gemacht werden konnte, daß die dunklerfarbenen Lamprophyre (Nr. 9, 22, 25, 66 und 68) ähnliche Intensitäten zeigen wie die frischen Lamprophyre. Die hellerfarbenen Lamprophyre Nr. 7, 32 und 36 sind durch auffallend hohe Alpha-Aktivität gekennzeichnet. Unter dem Mikroskop ließ sich jedoch in diesen drei Proben keine Anreicherung von Zirkon und Orthit nachweisen. Die radioaktiven Substanzen müssen also sehr fein im Gestein verteilt sein. Dagegen lassen Nr. 7 und 36 im Dünnschliff eine vollständige Chloritisierung und intensive hydrothermale Umwandlung erkennen. Es kann aber nicht verallgemeinert werden, daß stärker umgewandelte Lamprophyre auch eine höhere Alpha-Aktivität zeigen, da intensiv hydrothermal umgewandelte Lamprophyre aus der Umgebung von Fischenberg (Nr. 73 und 76) keine überdurchschnittlichen Intensitäten aufweisen. Im übrigen bleibt im Falle der umgewandelten Lamprophyre die Frage offen, ob die höhere Radioaktivität durch eine aktive hydrothermale Zufuhr radioaktiver Substanzen oder durch passive Anreicherung nach Wegführung anderer Gesteinskomponenten (Oberflächenverwitterung) bewirkt wurde. Außerdem ist aus Abbildung 8 zu ersehen, daß die Streuung der Meßwerte innerhalb derselben Probe in den Graniten durchschnittlich größer ist als in den Lamprophyren, was sich durch die gröbere Korngröße der Granite und die damit verbundene ungleichmäßigere Verteilung radioaktiver Minerale leicht erklären läßt.



VERGLEICHENDE MESSUNGEN DER ALPHA-AKTIVITÄT IN
LAMPROPHYR- UND GRANITPROBEN DES MALSBURGPLUTONS

Abb. 8

Untersuchungen von Autoradiographien einiger Granit- und Lamprophyrproben sollten die vorangegangenen Messungen ergänzen und über Verteilung und Art der radioaktiven Minerale Aufschluß geben. Für die Herstellung der Autoradiographien wurden Kernemulsionsplatten Typ Kodak NTA mit einer Emulsionsdicke von 30 Mikron benutzt. Die Verteilung der radioaktiven Substanzen war — wie erwartet — in den Lamprophyren auf Grund der feineren Korngröße gleichmäßiger als in den Graniten. Orthit, der weder im Dünnschliff noch in der Autoradiographie einen Zonarbau aufweist, und Zirkon sind die leicht entdeckbaren Hauptträger der Radioaktivität in den granitischen Gesteinen. Gemessen an Orthiten anderer Vorkommen ist der Orthit im Malsburggranit relativ schwach radioaktiv. In den Lamprophyren war die Zuordnung der Spuren der Alpha-Teilchen auf der photographischen Platte zu bestimmten Mineralen infolge der feineren Korngrößen schwieriger. Bisher konnten in den Lamprophyren des Malsburgplutons folgende Minerale als Träger der Radioaktivität beobachtet werden: Vorwiegend isometrische, unregelmäßig begrenzte Zirkonkörner finden sich hauptsächlich in Biotit eingelagert und sind häufig intensiv umgewandelt. Ihre absolute Identität ist dann mikroskopisch nicht mehr bestimmbar. Die Korngröße schwankt im Durchschnitt zwischen 0,0025 und 0,01 mm. Zirkone solcher Beschaffenheit sind sehr gleichmäßig in allen Gesteinen verbreitet. Vorkommen pleochroitischer, schmutzigbrauner Orthite sind dagegen auf einzelne Gesteine beschränkt. Vereinzelte, auffallend intensive Spuren von Alpha-Teilchen lassen sich dem Orthit zuordnen. In Biotit eingelagert sind oft nicht näher bestimmbare, meist 0,004 bis 0,01 mm große opake Körner. Sie bilden breite pleochroitische Höfe. Manchmal haben sie leukoxenähnliches Aussehen, erscheinen unter reflektiertem Licht aber hellrotbraun. Andere, ebenfalls nicht bestimmbare Aggregate schwach durchsichtiger, umgewandelter Körnchen sind zuweilen mit Apatit vergesellschaftet. Opake, meist oberflächlich verwitterte Hämatitkörner und -aggregate, teilweise auch zonale Hämatiteinlagerungen in Plagioklas, bilden Spuren von Alpha-Teilchen auf der photographischen Platte. Auch Pyritkörner erscheinen zuweilen schwach radioaktiv. Die schwache radioaktive Reaktion von Hämatit und Pyrit kann zurückgeführt werden entweder auf mechanische Beimengungen oder Entmischungsprodukte. Vorkommen radioaktiver Zentren in sekundären Mineralen, wie Hämatit und Pyrit, weisen darauf hin, daß eine Zufuhr radioaktiver Stoffe im Zuge hydrothermaler Aktivität sicher ist. Somit kann unterschieden werden zwischen einer primären Radioaktivität der Lamprophyre — dargestellt durch frühe, radioaktive Mineralausscheidungen im Biotit — und einer sekundären, deren Hauptträger im vorliegenden Falle Hämatit und Pyrit sind. Die Ergebnisse der Untersuchungen an Autoradiographien stimmen überein mit denen der quantitativen Bestimmungen der Alpha-Aktivität insofern, als sich auch dort eine ausschließlich primäre, relativ niedere Alpha-Aktivität frischer, nicht umgewandelter Lamprophyre gegen eine sekundär erhöhte Alpha-Aktivität heller-

farbener, umgewandelter Lamprophyre stellen ließ. Sie ergänzen außerdem die quantitativen Messungen durch die Beobachtung, daß zumindest ein Teil der umgewandelten Lamprophyre, besonders Nr. 7, 32 und 36, neben der primär im Gestein vorhandenen eine sekundäre Radioaktivität in Hämatit und Pyrit zeigt, die auf spätere, hydrothermale Zufuhr zurückgeführt werden kann. Die vergleichenden Untersuchungen der Alpha-Aktivität von Lamprophyren und Graniten des Malsburgplutons führten zu der wesentlichen Folgerung, daß die durchschnittliche Alpha-Aktivität der frischen Lamprophyre geringer ist als die der Granite. Dies widerspricht der Hypothese von LARSEN & PHAIR (1954), BOISSEVAIN (1957) und KLEPPER & WYANT (1957), daß die jüngsten Differentiationsprodukte die höchste Konzentration von Uran und Thorium aufweisen. Andererseits werden die Beobachtungen STARKS (1936) bestätigt, daß die Lamprophyre im allgemeinen schwächer radioaktiv sind als die mehr sauren Differentiate. Außerdem lassen die Ergebnisse darauf schließen, daß die von den oben erwähnten Autoren beobachtete Anreicherung radioaktiver Minerale in Lamprophyren sekundär ist. Auch die Gleichzeitigkeit hydrothermaler Tätigkeit und lamprophyrischer Intrusionen, die aus manchen Massiven bekannt ist, und die beobachtete chemische Affinität zwischen Lamprophyren und hydrothermalen Mineralisation begünstigen eine sekundäre Anreicherung hydrothermal zugeführter radioaktiver Elemente in Lamprophyren.

V. Geologische Verbreitung der Lamprophyre

Die hier untersuchten Lamprophyre werden als der Ganggefolgschaft des Malsburggranits zugehörig betrachtet, obwohl HOENES (1948) noch feststellt, daß die sporadisch verbreiteten, aplitischen und lamprophyrischen Gänge des Südschwarzwalds, von den im Albtalgranit und seiner unmittelbaren Umgebung aufsetzenden Aplit- und Lamprophyrgängen abgesehen, keiner bestimmten Granitintrusion zugeordnet werden können.

Der Malsburgpluton ist ein wohldifferenzierter Granitpluton mit normalgranitischer Kernfazies und aplitgranitischer, miarolithischer Randfazies, begleitet von einer Gefolgschaft unterschiedlicher Zusammensetzung (Ganggranite, Pegmatite, Apliten, Granitporphyre und Mesotypite). Die Lamprophyre erscheinen folgerichtig als Endglied dieser langen Differentiationsreihe der Ganggesteine. Der im Osten und Norden angrenzende, unvollständig differenzierte Mambacher Hybridgranit dagegen weist keine eigenständigen Gangdifferentiate auf. Man könnte zwar versuchen, die Lamprophyrintrusionen des gesamten Südschwarzwalds aus einem gemeinsamen Herd abzuleiten. Dagegen sprechen nach unserer jetzigen Kenntnis jedoch Unterschiede des Mineralbestands zwischen den Lamprophyren des Albtal- und des Malsburggranits. Weder SUTER (1924) noch RAY (1925) haben in den Lamprophyren des Albtalgranits Olivinseudomorphosen beobachtet, außerdem

betont SUTER die regelmäßige Führung von Hornblende in diesen Gesteinen. Auch tektonische Gesichtspunkte lassen eine Ableitung der Lamprophyre aus dem Malsburggranit logischer erscheinen. Der Malsburgpluton nämlich ist von tiefgreifenden Strukturfugen begrenzt, der Rheintalgrabenverwerfung im Westen, der Querverwerfung Kandern-Wehr im Süden und dem Südsprung der Kulmzone im Norden. Auch im Osten, entlang dem Tal der Belchenwiese, ist durch das Aneinanderstoßen der vorwiegend NE-streichenden Strukturen des Malsburgplutons und den NW-gerichteten Gangschwärmen, die sich vom östlichen Kontakt des Albitalgranits bis in die Umgebung von Staufen erstrecken, eine tiefe Strukturlinie angedeutet. Die innere Tektonik des Malsburgplutons ist also eigenständig und von der des Rahmens unabhängig.

Wie die beiliegende Übersichtskarte deutlich zeigt, sind die lamprophyrischen Ganggesteine im Ostteil des Granitplutons konzentriert. Ungleichmäßige Kartierung mit Schwerpunkt im östlichen Teil des Malsburgplutons liegt nicht vor. Außerdem ist gerade der Westteil, vor allem das Kandertal zwischen Marzell, Malsburg und Kandern mit seinen zahlreichen Steinbrüchen besser aufgeschlossen als der Ostteil, so daß etwaige Lamprophyrvorkommen leichter hätten aufgefunden werden können. Die Schwerpunktbildung ist auch nicht rein mechanisch-tektonisch (BEDERKE, 1947) bedingt, da mehrere mächtige Granitporphyrgänge langer Erstreckung im Raum Wies-Marzell-Malsburg aufsetzen, also die zum Aufstieg der Gangschmelzen notwendige Klüftung gegeben war. Die parallel mit der langen Plutonachse streichende Kneblezbachverwerfung jedoch mag ein relativ tieferes Intrusionsniveau des Granits, in dem Lamprophyrgänge angereichert sind, in der nordöstlichen Hochscholle zutage gebracht haben. Allerdings scheint der vertikale Verschiebungsbetrag an der Kneblezbachverwerfung nicht sehr groß gewesen zu sein, da sich die Petrographie des Kerngranits und seiner aplitischen Dachfazies dies- und jenseits der Verwerfung nicht grundlegend ändert. Somit kann auch ein unterschiedliches Aufschlußniveau auf beiden Seiten der Verwerfung nicht allein für die Anreicherung der Lamprophyre im Ostteil des Massivs verantwortlich gemacht werden.

Westlich des Schlöttlebergkamms treten nur zwei vereinzelte Vorkommen auf, Nr. 39 am Krützele und Nr. 38 am Burgberg südlich von Vogelbach. Im Bereich der feinkörnigen, aplitischen Dachfazies zwischen Marzell, Stockmatt, Lütchenbach und Vogelbach fehlen Lamprophyrgänge völlig. Feinkörnige, aplitische Dachfazies und Lamprophyrvorkommen scheinen sich hier gegenseitig auszuschließen. Die Lamprophyrgänge Nr. 45 und 46, die im Tal der Belchenwiese im Mambacher Hybridgranit aufsetzen, sind vermutlich Ausläufer der Ganggefölschaft des Malsburggranits.

Wie die Karte weiter zeigt, sind Lamprophyrgänge entlang dem Kontakt gegen den Mambacher Hybridgranit und in den Teilen des Plutons angereichert, die dunkle Einschlüsse und größere, isolierte Dachschollen von Mam-

bacher Hybridgranit führen. Die räumliche Beziehung gerade zwischen den Gesteinen des östlichen Rahmens (Mambacher Hybridgranit mit unvollständig assimilierten Altbeständen), dem Vorkommen dunkler Einschlüsse und den Lamprophyren ist also eng und läßt auch eine genetische Beziehung vermuten. Ähnliche Annahmen finden sich bei RAY (1925), ERDMANNSDÖRFFER (1948) und HOENES (1948 & 1956). Die vorliegende petrographische Untersuchung hat außerdem gezeigt, daß viele Lamprophyre Fremdgesteine (u. a. Plagioklas-Biotit-Gneise und Para-Cordierit-Sillimanit-Gneise) aufgenommen haben, die in der unmittelbaren Umrandung des Plutons nur aus den Altbeständen des Mambacher Hybridgranits bekannt sind und aus ihnen abgeleitet werden können. Folglich haben die Gesteine des östlichen Rahmens, vor allem dunkle Assimilationsprodukte aus dem Mambacher Hybridgranit, wesentliche Stoffanteile zur Bildung der Lamprophyre beigesteuert.

Vermutlich war das Ausgangsmaterial der Lamprophyre im Malsburgpluton aus heterogenen Komponenten verschiedenen Ursprungs (ERDMANNSDÖRFFER, 1948, und SCHEUMANN, 1953) zusammengesetzt, a) einem endogenen, basischen Schmelzrest des Granits, b) mafischen Auslaugungsrückständen in die Tiefe abgesunkener Fremdgesteinsschollen und c) unvollständig resorbierten, lokal während des Aufstiegs aufgenommenen Fremdgesteinsschollen granitischen Nebengesteins und metamorpher Rahmengesteine. Nur die dritte Komponente ist im vorliegenden Falle nachweisbar, was die Annahme für das Vorhandensein der zweiten Komponente stützt. Die erste Komponente könnte chemisch durch solche Spurenelemente nachgewiesen werden, die nur im Malsburggranit und den Lamprophyren, nicht aber in den Gesteinen des Rahmens auftreten.

Die einseitige Verteilung der Lamprophyre reflektiert also im wesentlichen die ursprüngliche Verteilung und Anreicherung vor allem basischer Gesteine im östlichen Rahmen und in dem größtenteils abgetragenen Dach des Malsburgplutons. Dies setzt gleichzeitig eine ruhige, gravitative Differentiation innerhalb des Plutons voraus ohne horizontalgerichtete Ausgleichsbewegungen der basischen Differentiate. Diese Schwerpunktsbildung im großen und die durch die petrographischen Unterschiede angedeutete Schwerpunktsbildung im kleinen (Konzentrierung der zahlenmäßig im Pluton zurücktretenden Minetten nordöstlich von Schwand und im Raum Wies-Stockmatt-Fischenberg, Anreicherung der pleochroitischen Apatite nördlich der Linie Schwand-Malsburg und Auftreten der Fremdeinschlüsse metamorpher Gesteine im Nordosten) verbieten eine direkte Herleitung aller Lamprophyre aus einem einzigen, zentralen und tiefliegenden Differentiationsherd. Wahrscheinlicher ist die Bildung mehrerer, örtlich getrennter Teilherde, in denen eine abschließende Differentiation stattfinden konnte.

Die Lamprophyre sind jünger als die übrigen Ganggesteine des Malsburgplutons, was mit Beobachtungen aus anderen Gebieten (SUTER, 1924; RAY, 1925; BEDERKE, 1947, und SCHEUMANN, 1953) übereinstimmt. An zwei

Stellen, nördlich von Fischenberg und südlich von Wies, durchsetzen Lamprophyre Aplitgänge und führen Einschlüsse des aplitischen Nebengesteins. An anderen Punkten, nördlich von Fischenberg und nordwestlich von Tegernau, sind Lamprophyre auf Kontaktflächen zwischen Granitporphyren und Granit oder innerhalb von Granitporphyrgängen aufgedrungen. Meist paßt sich der Gangverlauf der Lamprophyre dem Gangstreichen älterer, mächtigerer Gänge an (Tiergartengipfel bei Lehnacker, Schweizer Mühle nordwestlich von Tegernau, nördlich von Fischenberg und am Burgberg südlich von Vogelbach). Im allgemeinen sind die Lamprophyrgänge, soweit bei den schlechten Aufschlußbedingungen beobachtet werden konnte, von ebenen Kontaktflächen begrenzt, an denen ein feinerkörniges Salband ausgebildet ist.

Nur dicht am Kontakt gegen den Klemmbachgranit, an der Sirnitzpaßstraße, setzen im Malsburggranit Lamprophyre auf, die trotz scharfer Kontakte und deutlicher Salbandausbildung linsen- bis spindelförmig begrenzt sind. In solchen Fällen erinnern sie an dunkle, partiell mobilisierte Schollen. Intrusionen hydrothormaler Erz- und Mineralgänge, wie z. B. nördlich von Fischenberg, am Rauhkopfgipfel und entlang der Kneblezbachstörung, haben die benachbarten Lamprophyrgänge umgewandelt (Bildung von Amethystdrusen, Auftreten von kleineren Quarzgängen, Chloritisierung der Mafite und Aufhellung der dunklen Gesteinsfarben).

Zusammenfassung

Die lamprophyrischen Ganggesteine des Malsburgplutons im südwestlichen Schwarzwald wurden petrographisch untersucht. Beschreibung der einzelnen Mineralgemengteile und quantitative Bestimmung des Mineralbestandes haben gezeigt, daß alle Lamprophyre zur Reihe der Minetten und Kersantite gehören, wobei die Vertreter der Kersantitreihe zahlenmäßig überwiegen. Unter den frischen Gesteinen sind Augitolivinkersantite und untergeordnet Augitolivinminetten die beiden Standardtypen. Fremdgesteinseinschlüsse von Aplit, Granit und Paragneis (Biotit-Plagioklas-Gneis und Para-Cordierit-Sillimanit-Gneis) sowie Fremdmineraleinschlüsse von Quarz, Cordierit und Zirkon sind häufig und haben den ursprünglichen Gesteinscharakter verändert (hybride Lamprophyre).

Untersuchungen der Alpha-Aktivität in Lamprophyren und Graniten des Malsburgplutons ergaben, daß die durchschnittliche Alpha-Aktivität der frischen Lamprophyre niedriger ist als die der Granite. Dies widerspricht der verallgemeinernden Hypothese verschiedener Autoren, die behaupten, daß die jüngsten Differentiate eines magmatischen Zyklus — ohne Rücksicht auf ihren Chemismus — die relativ radioaktivsten sind. In den Lamprophyren wurde zwischen einer primären, dem Gestein ursprünglich eigenen, und einer sekundären, dem Gestein hydrothermal zugeführten Radioaktivität unterschieden. Genannt werden die Hauptträger der Radioaktivität aus Lamprophyren und Graniten.

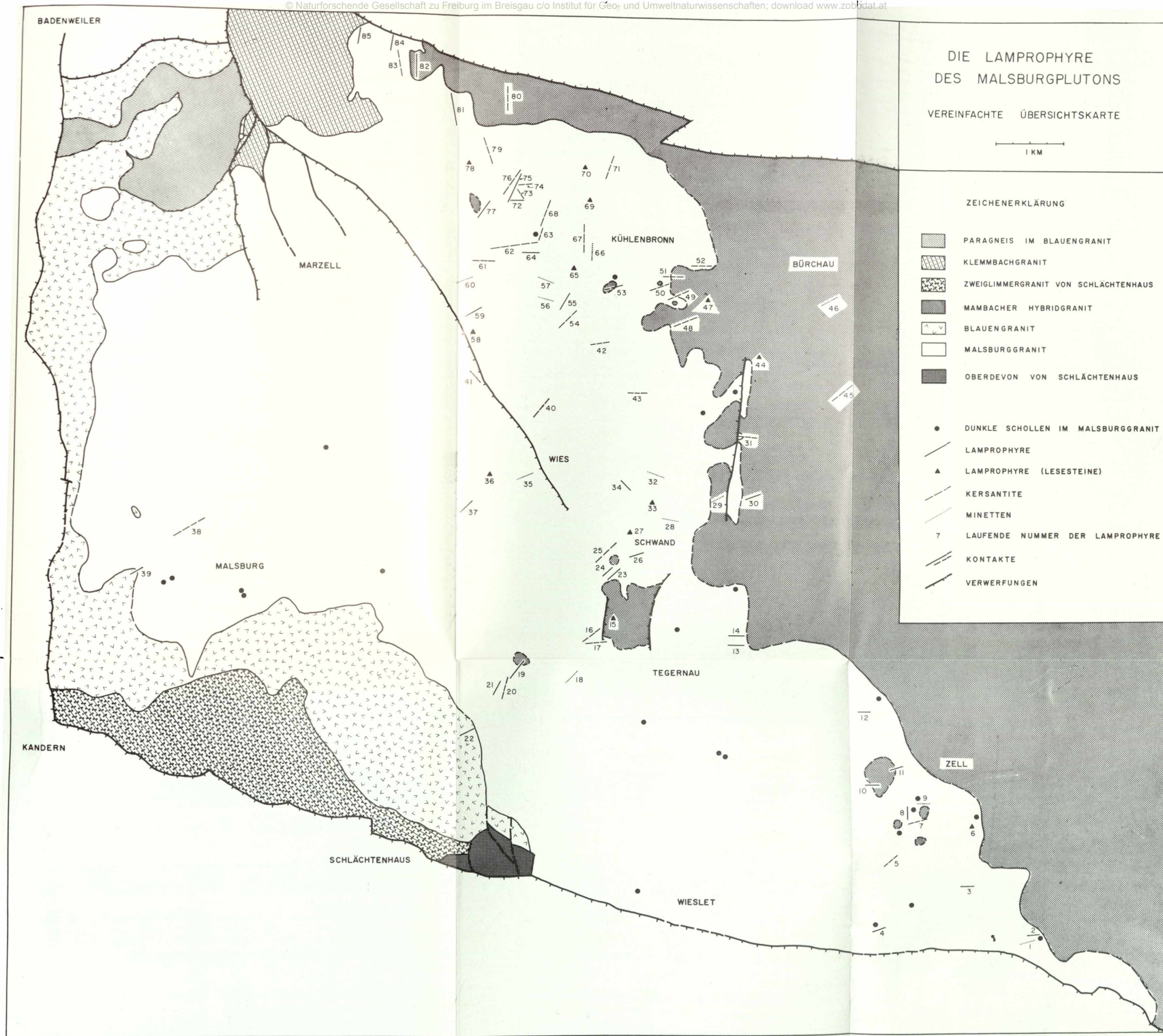
Die Lamprophyre sind einseitig im östlichen Teil des Malsburgplutons konzentriert, im Westteil treten sie nur vereinzelt auf. Aplitische Dachfazies und Lamprophyrvorkommen scheinen sich gegenseitig auszuschließen. Die einseitige Anreicherung der Lamprophyre reflektiert im wesentlichen die ursprüngliche Verteilung basischer Gesteine im östlichen Rahmen und in dem zum größten Teil abgetragenen Dach des Malsburgplutons.

Literaturverzeichnis

- BAKER, G. (1941): Apatite crystals with colored cores in Victorian granitic rocks. — *Am. Mineralogist*, **26**, S. 382—390.
- BECKE, F. (1890): Über Quarzfremdlinge in Lamprophyren (Notiz). — *Tscherm. Miner. Petrog. Mitt.*, **11**, S. 271—272.
- BEDERKE, E. (1947): Zum Problem der Lamprophyre. — *Akad. Wiss. Göttingen. math.-phys. Kl., math.-phys.-chem. Abt., Nachr., Heft 2*, S. 53—57.
- BOISSEVAIN, H. (1957): The geology of uranium and thorium. — *Geologie en Mijnbouw*, **9**, S. 505—510.
- CHAYES, F. (1952): Notes on the staining of potash feldspar with sodium cobaltinitrite in thin section. — *Am. Mineralogist*, **37**, S. 337—340.
- (1956): Petrographic modal analysis — An elementary statistical appraisal. — *JOHN WILEY & Sons, Inc., New York*, 113 S.
- EMMONS, R. C., REYNOLDS, C. D., & SAUNDERS, D. F. (1953): Genetic and radioactivity features of selected lamprophyres. — in: „Selected petrogenic relationships of plagioclase“. *Geol. Soc. America Memoir* **52**, 142 S.
- ERDMANNSDÖRFFER, O. H. (1903): Geologische und petrographische Untersuchungen im Wehratal. — *Mitt. Bad. Geol. L. A.*, **4**, S. 145—195.
- (1948): Aus dem Grenzgebiet Magmatisch-Metamorph (mit Beispielen aus Schwarzwald, Odenwald und Alpen). — *Zs. Dtsch. Geol. Ges.*, **100**, S. 204—212.
- ESKOLA, P. (1954): Ein Lamprophyrgang in Helsinki und die Lamprophyrprobleme. — *Tscherm. Miner. Petrog. Mitt., BRUNO-SANDER-Festband, (3) 4*, S. 329—337.
- FAUL, H. (1954): Nuclear geology: (A symposium on nuclear phenomena in earth sciences). — *J. WILEY & Sons, Inc., New York*, 414 S.
- GAPEEWA, G. M. (1950): Die Kersantite Tojuns. — *Aufzeichn. Gesamtruss. Min. Ges.*, **2 Ser.**, **79**, Lief. 1, S. 69—71, Moskau-Leningrad.
- GHOSE, Ch. (1949): A petro-chemical study of the lamprophyres and associated intrusive rocks of the Iharia Coalfield. — *Quart. Jour. Geol. Min., Met. Soc. India*, **21**, S. 133—147.
- GODDARD, E. N. (1951): Rock-Color Chart. — *The Geological Society of America, New York, N. Y.*, Second printing 1951.
- GOODSPEED, G. E. (1946): Reaction rims on quartz inclusions in a diabase dike. — (abstract) *Northwest Science*, **20**, S. 100.
- GRAEFF, F. (1900): Erster Nachweis von Kersantit im Schwarzwalde. — *Berichte über die Versammlung des Oberrh. geol. Ver. 33, Versamml. in Donaueschingen*, S. 46.
- GRIGOREV, I. F., & DOLOMANOVA, E. I. (1957): Relation of tin mineralization to dike rocks in the Transbaikalia. — *Izvest. Akad. Nauk. S. S. S. R., Ser. geol.* no. 1, S. 67—89.

- GROVES, A.W., & MOURANT, A.E. (1929): Inclusions in the apatites of some igneous rocks. — *Miner. Magazine*, 22, S. 92—99.
- HOENES, D. (1948): Petrogenese im Grundgebirge des Südschwarzwaldes. — *Heidelb. Beitr. Min. Petr.*, 1, S. 121—202.
- (1943/49): Magmatische Entwicklung und Tiefenstufen im Grundgebirge der Vogesen und des Schwarzwaldes. — *Ber. Naturforsch. Gesellschaft Freiburg i.B.*, 39, S. 192—223.
- (1955): Mikroskopische Grundlagen der technischen Gesteinskunde. — in: „Handbuch der Mikroskopie in der Technik“, Band 4, Teil 1, S. 321—695.
- (1956): Der prägranitische Bau des Gneisgebirges im südlichen Schwarzwald. — *Heidelb. Beitr. Min. Petr.*, 5, S. 272—288.
- JOHANSEN, A. (1952): A descriptive petrography of the igneous rocks. — Volume III: The Intermediate Rocks. — The University of Chicago Press, 4. Aufl., 360 S.
- KLEPPER, M. R., & WYANT, D. G.: Notes on the geology of uranium, contributions to the geology of uranium. — *U. S. Geological Survey Bull.* 1046-F, S. 87—148.
- LÄMMLEIN, G. (1930): Korrosion und Regeneration der Porphy-Quarze. — *Zs. Kristallogr.*, 75, S. 109—127
- LARSEN, E. S. jr., & PHAIR, G. (1954): The distribution of uranium and thorium in igneous rocks. — in: „Nuclear geology“: (A symposium on nuclear phenomena in earth sciences) J. WILEY & Sons, Inc., New York, S. 75—89.
- NIGGLI, P., & BEGER, P. J. (1923): Gesteins- und Mineralprovinzen, Band I: Einführung (Zielsetzung. Chemismus der Eruptivgesteine, insbesondere der Lamprophyre). — Verlag von Gebrüder BORNTÄGER, Berlin, 1923, 602 S.
- OSANN, A. (1923): H. ROSENBUSCH, „Elemente der Gesteinslehre“ — E. SCHWEIZERBARTSche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 779 S.
- PHILIPP, H. (1912): Studien aus dem Gebiete der Granite und umgewandelten Gabbros des mittleren Wiesentals. — *Mitt. Bad. Geol. L. A.*, 6, S. 325—413.
- POLKWOJ, O. S. (1950): Bildung von Ganggesteinen saurer Intrusionen (Zentral-Kasachstan). — *Trudy Inst. Geol. Nauk (Arb. Inst. geol. Wiss.)*, Akad. Wiss. USSR., Lief. 107, Petrog. Ser. (Nr. 31), S. 53—63.
- POLDERVAART, A. (1956): Zircon in rocks, 2: part: Igneous rocks. — *Am. Jour. Sci.*, 254, S. 521—554.
- RAY, S. K. (1925): Geological and petrographic studies in the Hercynian Mountains around Tiefenstein (southern Black Forest, Germany). — *Diss. Zürich* 1925, L. UPCOTT GILL & Son, London, 111 S.
- REIN, G. (im Druck): Die quantitativ-mineralogische Analyse eines Granitkörpers. — *N. Jb. Mineral., Abt. A.*
- REYNOLDS, D. L. (1938): Transfusion phenomena in lamprophyre dykes and their bearing on petrogenesis. — *Geol. Magazine*, 75, S. 51—76.
- ROSENBUSCH, H. (1907): Mikroskopische Physiographie der Massigen Gesteine — 1. Hälfte: Tiefengesteine — Ganggesteine. — E. SCHWEIZERBARTSche Verlagsbuchhandlung (E. NÄGELE), Stuttgart, 716 S.
- ROUBAULT, M. (1956): The uranium deposits of France and French overseas territories. — in: „Geology of Uranium and Thorium“ vol. 6, Proc. Internat. Conference on the Peaceful Uses of Atomic Energy, S. 152—161.
- SCHEUMANN, K. H. (1953): Die Bedeutung der lamprophyrischen Differenziation für die Herkunft granitischer Plutonite. — in: „La genèse des roches filoniennes“, Congrès Géol. Internat. C. R., 19ème session, Fasc. 6, S. 163—168.

- SCHOKLITSCH, K. (1935): Der Quarztrachyt vom Schaufelgraben bei Gleichenberg (Steiermark). — N. Jb. Mineral., Abt. A, **69**, S. 276—295.
- SCHRÖDER, E. (1929): Über Aufbau und Alter des Blauenmassivs. — Mitt. Bad. Geol. L. A., **11**, Heft 2, S. 63—89, 3 Tafeln.
- SHOEMAKER, E. M. (1956): Occurrence of uranium in diatremes on the Navajo and Hopi Reservations, Arizona, New Mexico, and Utah. — in: „Geology of Uranium and Thorium“ vol. 6, Proc. Internat. Conference on the Peaceful Uses of Atomic Energy, S. 412—417.
- SIMPSON, B. (1933): The dusky apatites of the Eskdale (Cumberland) granite. — Geol. Magazine, **70**, S. 375—378.
- SMITH, M. (1946): The lamprophyre problem. — Geol. Magazine, **83**, S. 165—171.
- SPURR, J. E. (1925): Basic dike injections in magmatic vein sequences. — Geol. Soc. America Bull., **36**, S. 545—582.
- STARK, M. (1936): Pleochroitische (Radioaktive) Höfe, ihre Verbreitung in den Gesteinen und Veränderlichkeit. — Chemie der Erde, **10**, S. 566—630.
- SUTER, H. H. (1924): Zur Petrographie des Grundgebirges von Laufenburg und Umgebung (Südschwarzwald). — Schweiz. Miner. Petrog. Mitt., **4**, S. 89—336.
- TRÖGER, W. E. (1935): Spezielle Petrographie der Eruptivgesteine, ein Nomenklatur-Kompendium. — Verlag der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft e. V., Berlin W 35, 360 S.
- (1955): Optische Eigenschaften und Bestimmung der wichtigsten gesteinsbildenden Minerale. — in: „Handbuch der Mikroskopie in der Technik“, Band 4, Teil 1, S. 51—319.
- WEBB, R. W. (1941): Quartz xenocrysts in olivine basalt from the southern Sierra Nevada of California. — Am. Mineralogist, **26**, S. 321—337.
- WIMMENAUER, W. (1950): Cordieritführende Gesteine im Grundgebirge des Schauinslandgebietes. — N. Jb. Miner., Abh., **80**, S. 375—436.
- YAGODA, H. (1949): Radioactive measurements with nuclear emulsions. — J. WILEY & Sons, New York, 356 S.
- ZIMMERLE, W. (im Druck): Der Malsburgpluton südwestlichen Schwarzwald. Abh. Geol. Landesamtes Baden-Württemberg.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau](#)

Jahr/Year: 1958

Band/Volume: [48](#)

Autor(en)/Author(s): Zimmerle Winfried

Artikel/Article: [Die lamprophyrischen Ganggesteine des Malsburgplutons im südwestlichen Schwarzwald 175-230](#)