

Ber. Naturf. Ges. Frbg. i. Br.	61/62	S. 5-57	8 Abb.	1 Karte	6 Tab.	Freiburg, 1971/72
--------------------------------	-------	---------	--------	---------	--------	-------------------

Der Granit von Oberkirch im Nordschwarzwald

von

Jürgen Otto, Freiburg i. Br.

mit 8 Abbildungen, 1 Karte und 6 Tabellen

Inhalt

I. Vorwort	6
II. Allgemeine Übersicht	7
III. Nebengesteine, Grenzen und Grenzverhältnisse	11
a) Grenzen gegen die Gneise	11
b) Grenze gegen den Granit von Seebach	13
c) Beziehung zum Bühlertalgranit	16
d) Tektonische Grenze im Westen	16
IV. Alter des Granites	17
V. Petrographie des Granites	18
a) Gesteinsbeschreibung	18
b) Mineralbeschreibungen	20
c) Quantitativer Mineralbestand	32
VI. Chemische Untersuchung des Granites	36
a) Probennahme und Probenaufbereitung	36
b) Analysenmethoden	37
c) Fehlerbetrachtung	42
d) Chemismus der Haupt- und Nebenelemente	42
e) Spurenchemismus	47
VII. Grundsätzliches zum Bau des Massives	47
VIII. Vergleich mit anderen Graniten des Schwarzwaldes	48
IX. Ganggesteine und andere Gesteinsvorkommen im Granit	50
X. Hydrothermale Mineralgänge	52
XI. Verzeichnis der Aufschlüsse	53
XII. Literaturverzeichnis	54

Z u s a m m e n f a s s u n g

Der Granit von Oberkirch intrudierte an der Wende Unterkarbon — Oberkarbon diskordant und scharf begrenzt in prävariskische Gneise, ohne sein Nebengestein wesentlich zu beeinflussen. Gegenüber dem östlich angrenzenden Granit von Seebach erwies er sich als älter; es besteht ein scharfer magmatischer Kontakt zwischen beiden Massiven.

Der Oberkircher Granit ist ein grobkörniger, leukokrater Monzogranit mit Übergängen zum Granodiorit und führt Mikroklinperthit-Großkristalle, die im wesentlichen einer frühen magmatischen Kristallisationsphase entstammen dürften. Neben einer weiteren Generation Alkalifeldspat enthält das Gestein Oligoklas, Quarz, Biotit (Lepidomelan) und in großen Gebieten Cordierit.

Anhand von 29 Modalanalysen und 20 chemischen Analysen (einschließlich Rb, Sr, Zr, Ba und Ni) ließ sich das Massiv in einen dunkleren, nördlichen Zentralteil, einen helleren Südteil und in helle Randzonen untergliedern.

S u m m a r y

The granite of Oberkirch (Northern Black Forest) intruded unconformably into the prevariscian gneisses during the time between lower and upper Carboniferous without having influenced the surrounding rocks to a great degree. The granite of Oberkirch is shown to be older than the granite of Seebach, neighbouring to the East. There is a sharp intrusive contact between both plutones.

The Oberkirch granite is a coarse-grained, leucocratic monzogranite which can vary to granodiorite; it carries microcline-perthite megacrysts, the greater part of which probably was formed at an early stage of crystallization. Besides containing a second generation of alkali feldspars, the rock also carries oligoclase, quartz, biotite (lepidomelane) and, in many cases, cordierite.

29 petrographic modal analyses and 20 chemical analyses (including Rb, Sr, Zr, Ba and Ni) allow to subdivide the pluton into a dark, northern central part, a lighter southern part and light marginal zones.

I. Vorwort

Die hier vorgelegte Arbeit ist Teil einer umfangreicheren Untersuchung, deren Ziel es war, Hinweise auf die Herkunft der im Granit von Oberkirch weitverbreiteten Einschlüsse von dunklen, meist quarzdioritischen Eruptivgesteinen zu finden. Dabei erwies es sich als notwendig, den bisher kaum bekannten Granit selbst eingehender zu bearbeiten.

Die Untersuchungen wurden am Mineralogischen Institut der Universität Freiburg i. Br. ausgeführt, wo sie stete und entscheidende Förderung durch Herrn Prof. Dr. W. WIMMENAUER erfuhren, dem auch an dieser Stelle dafür sehr gedankt sei. Für wichtige Angaben und Gespräche über den Granit danke ich außerdem den Herren Dr. R. METZ und Dr. R. EMMERMANN, Karlsruhe, sowie den Herren Dipl.-Geol. L. TRAUTMANN und Dr. R. MAASS, Freiburg.

Die Arbeit wurde von der Deutschen Forschungsgemeinschaft finanziell gefördert.

II. Allgemeine Übersicht

Das Grundgebirge des Nordschwarzwaldes

Das Grundgebirge des Schwarzwaldes gliedert sich großräumig in ein zentrales prävariskisches Gneis- und Anatexitgebiet und einen breiten Rahmen variskischer granitischer Magmatite (siehe Sonderkarte in Karte 1). Im Norden und Osten taucht das Grundgebirge weit verfolgbar unter jüngere Sedimentserien, im Süden dagegen sind durch stärkere Hebung größere und tiefere Bereiche des Gebirgssockels freigelegt worden. Gegen Westen schneidet die Rheintalverwerfung das Gebirge ab. Eine verschieden starke Herauswölbung im Jungtertiär und Diluvium gliederte das Gebirge in drei große Einheiten: Den am stärksten gehobenen südlichen Schwarzwald, die Muldenzone des mittleren und den wieder stärker gehobenen Block des nördlichen Schwarzwaldes.

Im Nordschwarzwald, dem der hier zu beschreibende Granit von Oberkirch angehört, sind nur kleinere Teile des prävariskischen Gneisgebirges erhalten geblieben. Die größte Fläche wird heute von verschiedenen variskischen Granitmassiven eingenommen. Diese Granite unterteilt man (METZ 1966) nach Mineralführung und relativem Alter in die zwei Gruppen der älteren (wohl unterkarbonischen) *Biotitgranite* und der jüngeren (wohl früh oberkarbonischen) *Zeiglimmergranite*.

Zur ersten Gruppe gehören neben dem Granit von Oberkirch noch der Friesenberggranit bei Baden-Baden und der Wildbadgranit im Enztal. Zu den jüngeren Graniten werden der Bühlertalgranit, der Forbachgranit (früher Murgtalgranit), der Granit von Seebach-Allerheiligen und der Sprollenhausgranit (reiner Muskowitgranit) gerechnet. Bei allen diesen Gesteinen handelt es sich nach heutiger Kenntnis um echte Intrusionen in ein höheres Krustenniveau.

Kartenmaterial

Als topographische Unterlage bei der Kartierung und Probennahme dienten folgende Blätter der amtlichen topographischen Karte im Maßstab 1 : 25 000:

Blatt 7513 Offenburg, 7514 Gengenbach, 7414 Oberkirch,
7415 Seebach, 7314 Bühl, 7315 Bühlertal.

Der größte Teil des Granitmassivs liegt auf Blatt Oberkirch; die Blätter Seebach und Bühlertal werden nur ganz knapp von ihm berührt.

An geologischen Karten, das Gebiet des Oberkircher Granites betreffend, standen zur Verfügung:

a) Geologische Spezialkarten 1 : 25 000:

Blatt Gengenbach (SAUER 1894 mit Erläuterungen),

Blatt Seebach (REGELMANN 1907 mit Erläuterungen),

Blatt Bühlertal (HERMANN & THÜRACH 1916 ohne Erläuterungen)

und eine Manuskriptkarte des Geologischen Landesamtes Baden-Württemberg (in Freiburg) Blatt Oberkirch (ohne Jahr und Bearbeiter). Ein kleiner Teil des Granites auf Blatt Bühl wurde von GÖPPERT (1928) kartiert.

b) Als „Beiträge zur Statistik der inneren Verwaltung des Großherzogtums Baden“ erschienene Karten 1 : 50 000:

Section Offenburg (PLATZ 1867),

Section Oppenau (SANDBERGER 1863),

Section Steinbach (SANDBERGER 1861).

Weiterhin im Maßstab 1 : 50 000 die Geologische Karte der Quellgebiete von Acher und Murg (REGELMANN 1903) sowie die „Geognostische Karte der weiteren Umgebungen der Renchbäder und der Gegend von Ottenhöfen“ (ECK 1885).

Eine geologische Übersicht über den Nordschwarzwald geben die Karten von METZ (1960 und 1966).

Lage, Ausdehnung und Morphologie des Granites

Innerhalb des Nordschwarzwälder Magmatitkomplexes nimmt der Granit von Oberkirch mit einer aufgeschlossenen Fläche von über 150 km² den ganzen südwestlichen Teil des Gebietes ein. Er liegt langgestreckt in SSW-NNE-Richtung, vom Kinzigtal aus 25 Kilometer nordwärts bis nördlich von Achern und Sasbachwalden. Seine größte Breite erreicht er mit gut 9 Kilometern im Renchtal, dort, wo auch der namensgebende Ort Oberkirch liegt.

Mehrere große Täler greifen von der Rheinebene südostwärts in das Massiv ein und bewirken eine morphologische Gliederung. Das Kinzigtal (Niveau 160 Meter) bildet die Abgrenzung im Süden; von ihm aus steigt zwischen Ortenberg und Ohlsbach das Gebirge recht schnell auf 545 Meter (Hohes Horn) und 690 Meter (Quarzporphyrruppe des Brandeckkopfes) an. Vom Durbacher Tal bis zum Renchtal schließt sich daran das auffallend niedriger gelegene Gebiet von Bottenau—Hesselbach—Ödsbach an. Erst jenseits des Renchtales folgt wieder ein Anstieg auf etwa 700 Meter Höhe (Bärtleskopf, Simmersbacher Kopf, Sohlberg). Ein nochmaliger Einschnitt ist durch das steile Achertal gegeben, und schließlich erreicht das Massiv seine höchste Erhebung mit 779 Metern im Fuchsschroffen beim Brigittenschloß östlich von Sasbachwalden.

Das Gelände ist gekennzeichnet durch runde, gewölbte Formen. Keiner der Berge hebt sich besonders markant heraus; alle Höhen bleiben etwa im gleichen Niveau und repräsentieren trotz starker Zertalung noch deutlich die alte, präpermische Abrasionsfläche.

Aufschlußverhältnisse und Nutzung des Granites

Die Aufschlußverhältnisse im Untersuchungsgebiet erwiesen sich als sehr unterschiedlich. Obwohl viel anstehender Granit und mehrere große Steinbrüche vorhanden sind, gibt es daneben doch weite Strecken ohne frisches Material. Die besten Aufschlüsse liegen in den zentralen Bereichen des Gebietes nördlich vom Renchtal. Durch besonders wenige und unfrische Aufschlüsse ist die Zone zwischen Durbach und Oberkirch sowie überhaupt der ganze westliche Rand des Massives gekennzeichnet.

Größere Felsgruppen sind nicht sehr häufig. Die meisten finden sich an den Bergen (selten auf ihnen) zwischen Oberkirch und Kappelrodeck—Ottenhöfen, so im Gebiet Bobenholz—Blaubronn—Buchwald—Schwend (z. B. Bürstenstein, Stierfelsen), nördlich und östlich Furschenbach und am Brigittenschloß im Norden, weiterhin auch im Süden südlich Durbach und östlich Riedle (Estolzkopf, Böcklinsfels, Kügeleskopf). Große Blockhalden dagegen sind recht verbreitet. Man trifft sie besonders ausgedehnt in den Hängen westlich und südwestlich unterhalb vom Brigittenschloß, wiederum zwischen Bobenholz—Buchwald—Schwend bis gegen Oberkirch und zwischen Estolzkopf—Riedletal und Fritscheneck—Kügeleskopf.

Anstehendes Gestein tritt fast ausschließlich an den nach Süden gerichteten, trockenen Hängen hervor. Die Nordhänge, stärker und anhaltender durchfeuchtet, sind im Gegensatz dazu viel tiefer verwittert und viel stärker bewachsen. Bei der Verwitterung zerfällt das Gestein in einen groben Grus mit relativ geringem Feinanteil. Die Verwitterungszone erreicht vor allem in den niedrigeren Lagen (Bottenau—Durbach) bis zu 6 und 8 Meter Tiefe.

Die Granitgewinnung war und ist im Nordschwarzwald ein wichtiger Erwerbszweig; gerade der Granit von Oberkirch liefert sehr gutes und vielfältig verwendbares Material. Seine grobe Klüftung und hohe Festigkeit erlauben es, große Werkstücke herzustellen, die unter anderem häufig zum Brückenbau benutzt werden. In Freiburg wurde Oberkircher Granit beispielsweise beim Bau der unteren Säulenhalle im Kollegiengebäude I der Universität (1909—1911) und für die Bodenplatten im Kollegiengebäude II (1961) verwendet. In den letzten Jahren sind sehr viele Steinbrüche stillgelegt worden; zur Zeit (1970) stehen nur noch vier Brüche im Abbau (Schwend, Bobenholz, Ringelbach, Murberg).

Auf dem Granitboden wird fast kein Ackerbau betrieben, dafür jedoch ein sehr intensiver Weinbau mit besten Qualitäten (besonders Durbach, Oberkirch, Kappelrodeck). Genutzt werden die Südlagen des westlichen Gebirgsrandes und der großen Täler bis über 350 Meter. Die mittleren Höhen sind dicht bewaldet, überwiegend mit Mischwald, in welchem Laubbäume (u. a. Buchen, Edelkastanien) vorherrschen. Nur die höchsten Erhebungen im Norden tragen fast reinen Nadelwald (Fichten, Weißtannen).

Frühere Bearbeitung

Nach zahlreichen früheren Erwähnungen und geologischen Skizzen, die ausführlich von ECK (1892) referiert wurden, begann die erste genaue Kartierung und Beschreibung der Nordschwarzwälder Magmatite und ihrer Umgebung in den Jahren ab 1861. Es waren dies die geologischen Beschreibungen mit Karten im Maßstab 1 : 50 000, die als „Beiträge zur Statistik der inneren Verwaltung des Großherzogthums Baden“ herausgegeben wurden. In dieser Reihe erfassen den Granit von Oberkirch die Arbeiten von SANDBERGER 1861 („Gegend von Baden“) und 1863 („Umgebungen der Renchbäder“) sowie PLATZ 1867 („Umgebungen von Lahr und Offenburg“). SANDBERGER unterschied ein Gebiet des „rothen grobkörnigen Granites“ (= Bühlertalgranit), ein Gebiet von „porphyrartigem Granit“ (= Granit von Oberkirch) und eines von „weißlichem Granit“ (= Granit von Seebach). Auf den Karten wurden diese Granite jedoch noch nicht abgegrenzt. Den hier untersuchten Granit beschrieb SANDBERGER (1861) als „porphyrartig“ durch große „Karlsbader Zwillinge von weißem Kalifeldspathe mit häufig eingewachsenen Glimmerblättchen, welche in einem mittel- oder feinkörnigen Gemenge von schwarzem Magnesiaglimmer, grauem Quarz und weißem Kalifeldspath liegen, in welchem ein deutlich parallel gestreifter weißer Feldspath (Oligoklas) nur in kleinen unregelmäßig begrenzten Parthien auftritt. Die grob porphyrartigen Varietäten gehören sicher zu den schönsten, die überhaupt bekannt sind“. Neben neugebildetem Kaliglimmer wurden auch große Kristalle von grünem Pinit erwähnt. SANDBERGER stellte weiterhin das höhere Alter der Gneise gegenüber dem Granit fest, da diese vom Granit stockförmig durchbrochen würden und als große Schollen in ihm lägen. PLATZ (1867) beschrieb den Granit auf Blatt Offenburg ganz entsprechend.

ECK kennzeichnet 1892 in einer umfassenden Arbeit das von ihm Biotitgranit genannte Gestein ebenfalls in gleichem Sinne, nannte als akzessorischen Bestandteil noch Titanit und fand an einer Stelle südlich Oberkirch auch schwarze Hornblende¹. Die Grenzen, auch gegenüber dem Granit von Seebach, wurden von ECK recht genau angegeben.

SAUER (1893 und 1894) bearbeitete den südlichen Teil des Granites ausführlich unter dem Namen „Granitit von Durbach“. Seine sehr detaillierten geologischen und petrographischen Befunde sollen hier nicht im einzelnen besprochen werden, denn auf sie wird im folgenden Text mehrfach eingegangen.

REGELMANN (1903) nennt den Granit „Zieselberggranit“ (nach dem Zieselberg nördlich Ottenhöfen), untersuchte neben anderem die Cordierit-

¹ Sicherlich gehörte jene Hornblende zu einem der dort zahlreich vorkommenden großen Dioriteinschlüsse; im Granit selbst tritt das Mineral nicht auf.

pseudomorphosen, die chemische Veränderung in drei Verwitterungsstufen und kartierte noch genauer die östliche Grenze.

DEECKE gab 1916 in seiner „Geologie von Baden“ einen zusammenfassenden Überblick über den „Oberkircher oder Ottenhöfer Granit“.

1929/30 ging WAGER im Rahmen tektonischer Untersuchungen an Graniten des Nordschwarzwaldes auch auf den „Granitit von Ottenhöfen—Oberkirch“ ein. Er untersuchte Gefüge, Klüftung und Paralleltexturen und diskutierte ausführlich die Grenzverhältnisse.

ERDMANNSDÖRFFER behandelte 1949 magmatische und metasomatische Prozesse in Graniten, ausgehend von den Zweiglimmergraniten des Nordschwarzwaldes. Der Biotitgranit von Oberkirch und ähnliche Vorkommen in den Zweiglimmergraniten wurden weitgehend in seine Untersuchungen einbezogen.

METZ stellte 1966 den Granit von Oberkirch zu den älteren Biotitgraniten des Nordschwarzwälder Grundgebirges.

III. Nebengesteine, Grenzen und Grenzverhältnisse

Den Nebengesteinsrahmen des Granites von Oberkirch bilden im Norden und Südosten Paragneise, im Südosten auch Durbachit und im Osten der Granit von Seebach. Seine westliche Begrenzung findet das Massiv an der Rheintalverwerfung.

a) Grenzen gegen die Gneise

Kennzeichnend für die Beziehungen zu den Gneisen sind scharfe intrusive Kontakte und eine vielfach gebrochene Grenzlinie. Generell folgt die Grenze jedoch dem jeweiligen Streichen der Gneise.

Im Norden berührt der Granit die Gneisscholle des Omerskopfes (Bühler Gneisscholle). Im Grenzbereich stehen hier ganz überwiegend Paragneise an (zum Inneren der Scholle folgen reine Orthogneise), deren flächenhafte Paralleltextur bei einem Generalstreichen von NW—SE etwa 30—50° nach SW einfällt. Weiter südöstlich geht das Streichen in N-S-Richtung über. Der Granit löste zahlreiche größere und kleinere Gneisschollen aus ihrem Verband und durchbrach den Gneis an mehreren Stellen (z. B. mehrfach im Laufbachtal). Der größte dieser Granitdurchbrüche liegt südöstlich von Lauf und trägt die Ruine Neuwindeck. Er wurde schon 1861 von SANDBERGER als stockförmiger Aufbruch beschrieben, doch sah ECK in diesem Vorkommen porphyrartigen Gneis, vor allem, weil das Gestein eine Paralleltextur aufweist, die konkordant zur Richtung der umgebenden feinkörnigen Gneise verläuft. Auf ganz entsprechende Paralleltextur trifft man

jedoch überall im Nordteil des Granithauptkörpers, und auch der Mineralbestand und das Gefüge zeigen eindeutig, daß es sich um den Granit von Oberkirch handelt (Aufschluß 547)². SANDBERGER sprach übrigens als erster die Ansicht aus, die Gneisscholle des Omerskopfes sei möglicherweise von Granit unterteuft, schwimme auf Granit.

Entlang der Grenze häufen sich im Granit Gneisbruchstücke bis zu mehreren Kubikmetern Größe. Sehr reichlich vor allem in der Umgebung des Lautenbächle und der Gegend um Hohrirt—Steinsod—Brandmatt—Brigittenschloß. Besonders große Gneisschollen finden sich z. B. südöstlich Brandmatt (nur in Lesesteinen) und am Fahrweg von Hohrirt nach Lauf (frisch anstehend in den Felsen 300 Meter NNE der Wegkreuzung bei Pkt. 678,7 = Aufschluß 536). Die letztgenannte Scholle ist etwa 100 Meter mächtig und vom Granit nur wenig aus ihrer ursprünglichen Lage gebracht (Streichen dieses Gneises 110—120°, Fallen 40° SW). Das Material ist ein feinkörniger, recht homogener Biotit-Plagioklasgneis, der scharf diskordant absetzt und außer leichter Hornfelsstruktur keine Veränderung am Kontakt zeigt.

Aufgrund dieser Schollenkontakte läßt sich die Gneisgrenze im Norden nur annähernd kartieren.

Im Südosten des Gebietes greift der Granit mit nur wenigen, aber sehr mächtigen Apophysen konkordant in die Gneise hinein. Das Gneisstreichen ist in diesem Abschnitt SW-NE gerichtet bei steilem Fallen nach NW. Eingeschlossene Gneisfragmente sind seltener zu finden und meist recht klein. Bei den Gneisen handelt es sich durchweg um feinschiefrige Kalifeldspat- und Biotit-reiche Paragneise, die, vor allem nahe dem Granit, reichlich Cordierit, Sillimanit und Muskowit führen. Am Kontakt vergrößert sich das Korn, die Textur wird grobklüftiger und z. T. etwas schlierig. Aufschlüsse im Kontaktbereich liegen an der B 28 bei Ramsbach (mit Mylonitzone) und weiter westlich davon im Giedensbachtal.

Von Ödsbach bis zum südlichen Ende des Plutons grenzt der Granit an eine bis 1 Kilometer breite Zone grobkörnig-dunkler, stark paralleltexturierter Gesteine, die von A. SAUER (1893) *D u r b a c h i t* genannt wurden. SAUER beschrieb sie als intrusive Glimmersyenite und sah in ihnen eine Randfacies des Oberkircher Granites. Das Typusgestein enthält zahlreiche straff orientierte Großkristalle von Alkalifeldspat (2 bis 3 Zentimeter) in einer Matrix aus vorwiegend Alkalifeldspat und Biotit; daneben treten in wechselnden Mengen Hornblende, Plagioklas und Quarz auf. Diese Durbachitzzone ist äußerst inhomogen aufgebaut. Es wechseln lagenweise dunkle

² Die im Text genannten Aufschlußnummern sind am Schluß der Arbeit zusammengestellt und näher gekennzeichnet.

Biotit-Hornblende-reiche und helle granitische Partien. Insgesamt hat der ganze Gesteinskomplex einen ausgesprochen gneisartigen Habitus. Kleinere Apophysen des Granites setzen in die Zone herein. Nach neueren Ansichten (HOENES 1952, METZ 1960) handelt es sich um stark veränderte Paragneise mit mobilisierten und weitgehend ausgequetschten hellen und mit restitischen dunklen Anteilen. Das Ganze wurde später von intensiver Alkalifeldspatblastese überprägt. Ohne auf diese interessanten Gesteine hier näher eingehen zu können, sei nur noch erwähnt, daß sich bei ERDMANNSDÖRFFER (1924, S. 196) die Bemerkung findet, der Granit enthalte Schollen von Durbachit.

b) Grenze gegen den Granit von Seebach

Im Osten grenzt der Granit von Oberkirch auf eine Länge von gut 12 Kilometern an den Granit von Seebach. Dieser ist ein einheitlich klein- bis mittelkörniger, heller Zweiglimmergranit mit Biotit und Muskowit zu etwa gleichen Teilen, Alkalifeldspat, Plagioklas (Oligoklas), Quarz und akzessorisch Apatit, Erz, z. T. auch Cordierit und Andalusit.

SANDBERGER (1863) sah in beiden Graniten nur verschiedene Ausbildungsformen des gleichen Gesteins: „Bei diesem Granitgebiete tritt der höchste Grad der krystallinischen Ausbildung (gemeint sind die Alkalifeldspatgroßkristalle) erst in einiger Entfernung von dem Rande auf.“

ECK (1892) unterschied den Granit von Seebach aufgrund seines abweichenden Mineralbestandes vom Oberkircher Granit und zog eine Grenze, die er jedoch nicht aufgeschlossen fand, zwischen beiden. Gleiches geschah 1903 durch REGELMANN und 1916 durch DEECKE.

WAGER ging 1929/30 genauer auf die Grenzverhältnisse ein und fand, daß keine petrographischen Übergänge wahrnehmbar seien, der Granitit (Granit von Oberkirch) keine makroskopische Änderung nahe der Grenze zeige, der Zweiglimmergranit jedoch feinkörniger werde, z. T. größere Kalifeldspäte führe und Paralleltextur annähme. WAGER beobachtete im Bereich der Grenze häufig Mylonite von beiden Gesteinen, die keine Spur von Rekristallisation erkennen ließen und wohl erst nach der Platznahme der Magmatite entstanden seien. Auch er sah die Grenze nirgends direkt aufgeschlossen. Nach Hinweisen auf einige Vorkommen von vermutlichem Granititmaterial im Zweiglimmergranit nimmt WAGER schließlich als wahrscheinlich an, daß der Granit von Seebach der jüngere sei.

ERDMANNSDÖRFFERS Angaben (1949) über die Verhältnisse zwischen Biotitgranit und Zweiglimmergranit beziehen sich immer auch auf die dem Granit von Oberkirch gleichgestellten Vorkommen von Biotit- bzw. Chlorophyllitgranit in den Zweiglimmergraniten. Er stellte verschwommene Grenzen und Übergänge fest, die „ein geringes zeitliches und thermisches Intervall andeu-

ten“ und kam zu dem Schluß: „Der Biotitgranit erstarrte etwas früher und Teile von ihm wurden schon während des Aufstieges, also noch halbverfestigt, nicht erst als fester Rahmenteil, vom Zweiglimmergranit eingewickelt.“

Nach eigenen Beobachtungen besteht eine *scharfe Grenze* zwischen den Granitmassiven. Sie verläuft im Ganzen in N-S-Richtung mit leichten Ausbuchtungen nach Ost und West (siehe Karte 1).

Zwischen Heidenbach und Unterwasser sowie südöstlich vom Brigittenschloß greifen zwei fingerförmige Ausläufer des Seebacher Granites in den Oberkircher Granit ein. Obwohl das Grenzgebiet fast überall stark tektonisch zerrüttet und intensiv verwittert ist, konnte der Kontakt auch im Anstehenden gefunden werden. Der Aufschluß (Nr. 188) liegt im Weganschnitt einer Forststraße, die von Bad Sulzbach nach Sohlberg führt, 130 Meter südwestlich von der Wegabzweigung im Sulzbachtal, 120 Meter nördlich Pkt. 442,6 (Blatt Oberkirch 1:25 000).

Hier ist folgendes zu beobachten (siehe auch Abb. 1 a und 1 b):

— Die Grenze ist als scharfer intrusiver Kontakt ausgebildet und durch eine Reaktionszone mit großen Cordieritkristallen markiert. Die Kontaktfläche verläuft NNW-SSE und steht senkrecht.

— Der Granit von Oberkirch zeigt keinerlei Änderung seiner Struktur (normal grobkörnig, Alkalifeldspatgroßkristalle regellos verteilt und in unveränderter Menge). Er ist jedoch kontaktparallel stark zerklüftet und zersetzt (Plagioklas und Alkalifeldspat fast völlig serizitisiert, Biotite chloritisiert und z. T. durch Cordierit ersetzt, Quarz stark zerbrochen).

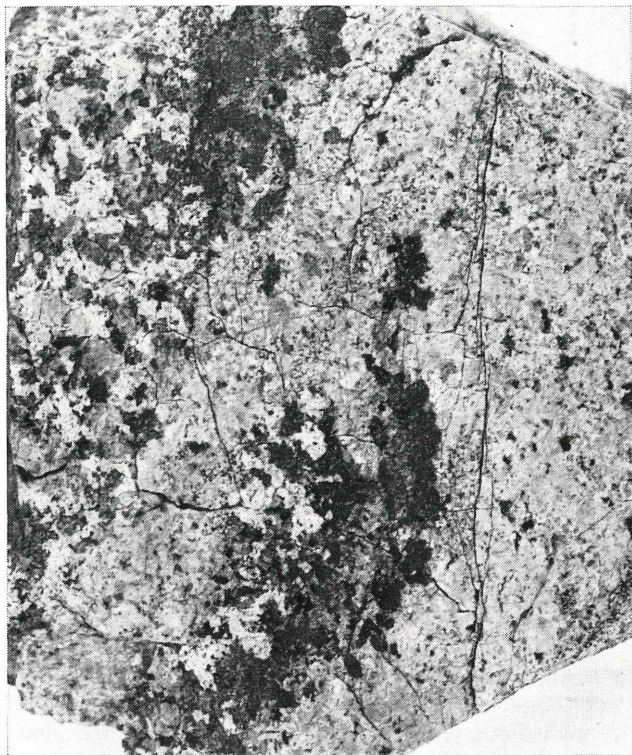
— Der Granit von Seebach ist frisch, weniger geklüftet, hat am Kontakt leichte Paralleltextur, ist grobkörniger als im Inneren des Massives, führt teilweise Alkalifeldspatgroßkristalle, muskowitzreiche pegmatitische Ausscheidungen und viel Cordierit. Er enthält zudem Bruchstücke des Oberkircher Granites im Zustand der Auflösung.

Es erweist sich der Granit von Oberkirch also eindeutig als älter, der Granit von Seebach als jünger.

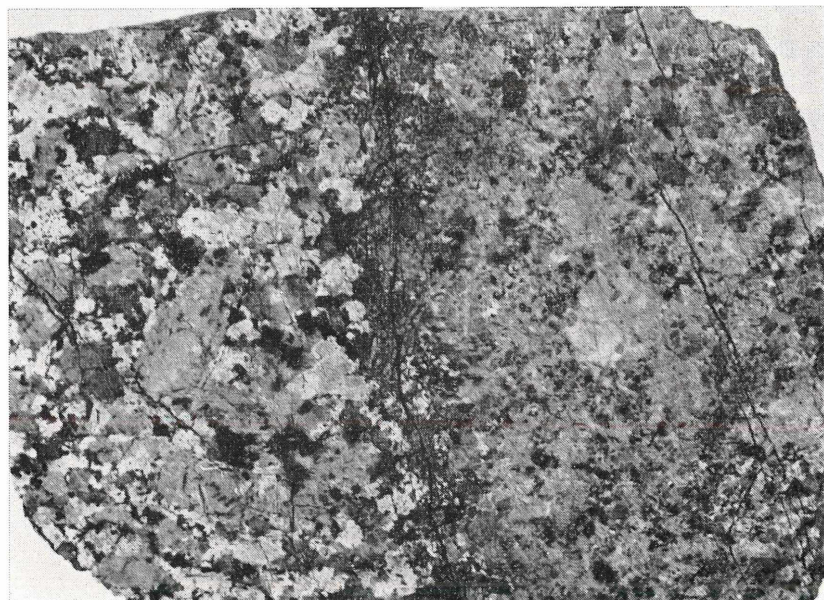
Auf die Intrusionsbewegung des Seebacher Granites reagierte der Oberkircher Granit wie ein starrer Körper mit einer breiten Zerklüftungszone. Im Seebacher Granit selbst bewirkte der Intrusionsvorgang eine Parallelorientierung der Minerale. Offenbar kam es am Kontakt auch zu einem Konzen-

Abb. 1 a und 1 b: Kontakt zwischen Granit von Oberkirch (links, grobkörnig) und Granit von Seebach (rechts, heller und feinkörniger; in Abb. 1 a mit Scholle von Oberkircher Granit). Auf der Kontaktfläche Cordierit (dunkel).

Aufschluß 188, Forststraße zwischen Bad Sulzbach und Sohlberg. Gesägte Handstücke. Bildbreite von 1 a 16 cm, von 1 b 15 cm.



◀ Abb. 1 a



▼ Abb. 1 b

trationsstau pegmatisch-pneumatolytischer Lösungen (grobkörnigere Kristallisation, verstärkte Ausscheidung von Alkalifeldspat, Muskowit und — an anderen Stellen — Turmalin, Zersetzung des Oberkircher Granites und starke Korrosion von abgelösten Schollen).

Dies alles und das Fehlen einer Übergangszone sprechen für einen Kontakt in relativ hohem Niveau und dafür, daß der noch weitgehend bewegliche Granit von Seebach auf den vollständig erstarrten Granit von Oberkirch traf.

c) Beziehung zum Bühlertalgranit

Zwischen diesem grobkörnigen Zweiglimmergranit und dem Granit von Oberkirch liegt die Gneismasse des Omerskopfes; eine Grenze läßt sich daher nicht beobachten.

Möglicherweise gehört aber ein breiter, heller Granitgang, der westlich von Sasbachwalden-Murberg aus dem Gneis in den Oberkircher Granit hineinreicht, zum Bühlertalgranit. Das Gestein ist jenseits der Grenze an der Straße von Murberg nach Sasbach in zwei Steinbrüchen aufgeschlossen und steht noch einmal bei Ober-Langert an. Es handelt sich um den „grobkörnigen rothen Granit“ SANDBERGERS, der in Mineralbestand und Struktur dem Bühlertalgranit sehr ähnlich ist, abgesehen von seinem wechselnden Gehalt an Granat. Weder zum Gneis noch zum Oberkircher Granit sind Kontakte freigelegt, doch wäre auch dieses Granitvorkommen aufgrund seines räumlichen Auftretens im Granit von Oberkirch als relativ jünger anzusehen.

d) Die tektonische Grenze im Westen

Im Westen bricht das Massiv des Oberkircher Granites gegen den Rheintalgraben ab. Der morphologische Abbruch erfolgt nicht nur an der Rheintalhauptverwerfung, sondern beginnt meist schon mehrere hundert Meter weiter östlich an ihr parallel laufenden Störungen. So bilden sie die tieferliegenden, zwischen eigentlicher Vorbergzone und Gebirge vermittelnden Granitgebiete westlich der Linie Durbach—Bottenau—Ringelbach—Waldulm—Lauf heraus (GÖPPERT 1928, METZ 1960). Die Sprunghöhe an der Rheintalverwerfung wechselt und beträgt z. B. bei Achern rund 800 Meter, bei Nußbach (zwischen Appenweiler und Oberkirch) rund 600 Meter.

Teile des Granites von Oberkirch liegen also tektonisch versenkt im Rheingraben. Wie groß diese Teile sind, kann zur Zeit nur vermutet werden. Einen Hinweis könnten die Mineralverteilung (siehe Karte 1) und der chemische Bauplan des Massives (siehe Abb. 6, 7 und 8) geben. Danach erscheint der Granit als recht geschlossenes Gebilde; die primäre Grenze lag möglicherweise gar nicht weit entfernt vom heutigen Rand.

Gegen diese Vermutung könnte ein Vorkommen von Granit sprechen, das 1956 in einer Erdölbohrung im Rheintal westlich von Offenburg angetroffen wurde. Laut schriftlicher Mitteilung der „Gewerkschaften Brigitta und Elwerath“, Hannover — wofür auch an dieser Stelle gedankt sei —, liegt der Bohrpunkt zwischen Ichenheim und Dundenheim (R. 11 940, H. 67 880, Meßtischblatt Altenheim).

Die Granitoberkante wurde in einer Teufe von 1711 Metern erreicht. Nach weiteren 15,20 Metern im Granit wurde die Bohrung eingestellt. Der Granit ist von Mittlerem Keuper überlagert; die Grenze wird durch eine Störung gebildet.

Soweit ein Handstück (Sammlung des Geologischen Landesamtes Baden-Württemberg, Freiburg i. Br.) und ein Dünnschliff (Prof. WIMMENAUER, Freiburg i. Br.) erkennen lassen, scheint es sich bei diesem Gestein um Oberkircher Granit zu handeln. Das Material ist allerdings recht unfrisch und stark tektonisch beansprucht, gleicht in seiner Ausbildung jedoch etwa dem Granit, wie er im Steinbruch von Schlauch ansteht.

Das erbohrte Vorkommen liegt auf der gleichen Höhe wie der südlichste Ausläufer des Oberkircher Massives und rund 12 Kilometer westlich von seinem Rand (Ortenberg) entfernt.

Danach wäre also möglicherweise mit einer wesentlich größeren primären Breite des Granitplutones im Südteil zu rechnen, falls es sich nicht um eine entfernte Apophyse oder einen tektonisch weit verlagerten Teil des Granites handelt.

IV. Alter des Granites

Eine genauere Alterseinstufung des Oberkircher Granites nach stratigraphischen Kriterien ist unmöglich, da datierbare Sedimente (v. a. paläozoische) nicht im Verband mit ihm vorkommen. Eine grobe Abgrenzung nach oben ergibt sich aus der Überlagerung des Granites mit unterrotliegenden Schichten. Weitere stratigraphische Aussagen können nur im Vergleich zu anderen Schwarzwälder Graniten gemacht werden. So durchsetzt beispielsweise der ähnliche Friesenberggranit die wohl devonischen Schiefer der Senke von Baden-Baden; Gerölle der Nordschwarzwälder Granite finden sich dort in oberkarbonischen Arkosen. Da der Granit von Oberkirch nach der Intrusion nicht mehr tektonisch verformt wurde, ist er wahrscheinlich auch nicht älter als die älteren, undeformierten Granite des Südschwarzwaldes (z. B. Albtalgranit, Malsburggranit), für die man unterkarbonisches Alter annimmt.

Es existieren jedoch zwei radiometrische Altersbestimmungen des Granites. Sie wurden von FAUL & JÄGER (1963) an Biotitproben aus dem Steinbruch 150 Meter nordöstlich vom Straubenhof bei Sasbachwalden (Aufschluß Nr.

496) durchgeführt. Die Messungen ergaben 300 Millionen Jahre (K/A-Methode) und 315 Millionen Jahre (Rb/Sr-Methode).

Wenn man die Zeitskala von KULP (1961) zugrunde legt, erfolgte die Kristallisation des Granites von Oberkirch demnach an der Wende Unterkarbon — Oberkarbon.

V. Petrographie des Granites

a) Gesteinsbeschreibung

Der Granit von Oberkirch ist im Gesamteindruck ein hell- bis mittelgraues grobporphyrisches³ Gestein mit zahlreichen weißen Großkristallen von Alkalifeldspat (Abb. 2). In der grobkörnigen Grundmasse³ erkennt man makroskopisch weißen Plagioklas und Alkalifeldspat, rauchgrauen Quarz, schwarzen Biotit und meist auch vereinzelte große, grüne Cordieritpseudomorphosen. Mikroskopisch treten Apatit, Zirkon, etwas opakes Erz und vereinzelt Orthit hinzu. Nicht mehr ganz frische Gesteine zeigen braunrötliche Farbtöne, ausgehend von den entsprechend verfärbten Plagioklasen.

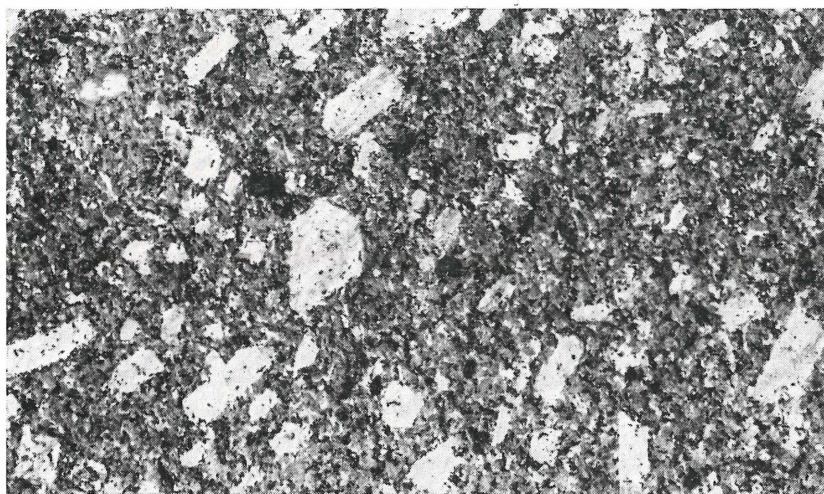


Abb. 2: Typische makroskopische Erscheinungsform des Granites von Oberkirch. Weiß: Alkalifeldspat; grau: Plagioklas und Quarz; schwarz: Biotit; größere dunkle Flecken: Cordierit.

Steinbruch 3, angeschliffene Platte. Bildbreite 29 cm.

³ Die Ausdrücke „porphyrisch“ und „Grundmasse“ sind hier in strukturell-beschreibendem, nicht in genetisch-deutendem Sinne zu verstehen.

Die Korngröße der Granitminerale beträgt durchschnittlich 4 bis 5 Millimeter und variiert regional nur sehr wenig. Anders ist es bei den Alkalifeldspatgroßkristallen. Sie haben in den meisten Fällen um 5 Zentimeter Länge (bei Breiten um 2 Zentimeter), nicht selten auch 10 Zentimeter und mehr, ihre Größe liegt oft auch nur bei 2 Zentimetern und in manchen Varietäten heben sie sich kaum noch von der Grundmasse ab. Zudem wechselt auch die Menge dieser Großkristalle beträchtlich. Normalerweise zu etwa 18 bis 19 Volumenprozenten im Granit vorhanden, können sie gelegentlich fast ganz zurücktreten, wodurch größere, gleichkörnige Bereiche entstehen. Solche Partien im Größenbereich von 10 bis 100 Metern treten ganz unregelmäßig verteilt und sehr diffus umgrenzt immer wieder innerhalb der normalen grobporphyrischen Ausbildung auf. Noch öfter jedoch beobachtet man metergroße schlierenförmige Ansammlungen von Feldspatgroßkristallen ebenfalls ohne erkennbaren Verteilungsplan. Es hat oft geradezu den Anschein, als wären die Kristalle und Fremdgesteinsstücke zusammengeschwemmt worden. Die Menge der Großkristalle übersteigt in solchen Anhäufungen nicht selten 50 Volumenprozent; es kommen stellenweise sogar fast monomineralische Anreicherungszone vor.

An jeder größeren Gesteinsfläche fällt auf, daß die Feldspäte leichte Regelungen zeigen. Sie sind mehr oder weniger zeilig orientiert und es ergeben sich oft bogenförmige, wellen- und wirbelförmige Großtexturen, die an Fließ- und Konvektionsbewegungen des Magmas denken lassen. Nördlich des Achertales tritt eine flächenhafte Parallelorientierung der Großkristalle immer deutlicher hinzu. Sie entwickelt sich nahe der Gneisgrenze zu auffallend kontaktparalleler Einregelung (sehr schön z. B. im Steinbruch Murbach, Aufschluß 22).

Der nördliche Teil des Plutons ist außerdem durch eine dunklere, biotitreichere Facies gekennzeichnet, der Südteil des Massives dagegen durch hellere, biotitärmeere Ausbildungsformen mit oft kleineren Feldspatkristallen. Besonders südwestlich von Ramsbach (auch südöstlich Ottenhöfen) treten in der Nähe des Granitrandes gleichmäßig mittelkörnige Gesteinsvarietäten auf, die aber nicht etwa eine Randfacies darstellen, denn es ist die Regel, daß der Granit ganz normal ausgebildet, also grobkörnig mit deutlichen Großfeldspäten an den Kontakt heransetzt. Auch in den langen Apophysen südwestlich Ramsbach behält der Granit weitgehend seinen typischen Habitus.

Insgesamt ist die Struktur des Granites von Oberkirch als holokristallin porphyrisch, die der Grundmasse als hypidiomorph körnig zu bezeichnen.

Die Beziehungen der Einzelminerale zueinander entsprechen weitgehend der magmatischen Kristallisationsabfolge: Erstausscheidungen sind Zirkon und Apatit, darauf folgend Biotit, Plagioklas, Quarz und Alkalifeldspat. Die Abscheidung von Alkalifeldspat erfolgte aber innerhalb größerer Zeit-

räume, und besonders eine abschließende, stark metasomatische Phase überlagerte das vorher gebildete Gefüge weitgehend.

b) Mineralbeschreibungen

Alkalifeldspat

Alkalifeldspat tritt in zwei Ausbildungsformen auf. Einerseits als idiomorph-hypidiomorphe Großkristalle, andererseits als xenomorphe Komponente der Grundmasse.

Großkristalle

Die Alkalifeldspatgroßkristalle heben sich als markanteste Bestandteile des Granites schon durch ihre Größe (2 bis 15 Zentimeter lang, bis 4 Zentimeter breit) wesentlich von der umgebenden Grundmasse ab.

Ihr Habitus ist tafelig nach (010), ihre Ausbildung idiomorph bis hypidiomorph, nicht selten auch nahezu xenomorph. Man sieht schon mit bloßem Auge die starke randliche Verzahnung mit der Grundmasse sowie viele Einschlüsse von Biotit und Plagioklas. Immer sind auch schöne Karlsbader Zwillinge mit krummen Verwachsungsebenen zu erkennen. Manchmal sind mehrere Zwillinge kreuzförmig miteinander verwachsen.

Mikroskopisch wird eine weitere Zwillingbildung in Form der charakteristischen Mikroklingitterung sichtbar. Sie ist nie sehr scharf ausgeprägt und tritt auch nur fleckenweise und verschwommen abgegrenzt neben meist ausgedehnteren, optisch homogen erscheinenden Bereichen auf. Oftmals macht sich dieser uneinheitliche Aufbau der Kristalle nur in fleckig undulösem Auslöschen bemerkbar.

Der optische Achsenwinkel und die Auslöschungsschiefe variieren dementsprechend sehr deutlich. Über 80 U-Tisch-Messungen an Großschliffen von 15 verschiedenen Lokalitäten ergaben eine Variation des Achsenwinkels $2V_x$ von 50 bis 85°. Schwerpunkte liegen bei Werten zwischen 54 und 63° für homogene Bezirke sowie bei Werten um 80° für deutlich gegitterte Felder. Als Auslöschungsschiefe $X' \wedge [100]$ in Schnitten parallel (001) wurden Werte zwischen nahezu 0° (optisch homogene Teile) und 15° (bei Gitterung) gefunden⁴. Diese Daten weisen auf strukturelle Übergangszustände der Feldspatsubstanz zwischen monokliner Orthoklasoptik und trikliner Mikroklinoptik hin oder — genauer gesagt — auf einen Feldspat mit unterschiedlichem Grad der Al/Si-Ordnung. Das bestätigten auch die röntgenographischen Triklinitätsbestimmungen.

⁴ SAUER (1893) beobachtete ebenfalls einen Aufbau aus optisch homogenen Orthoklasflecken und gegitterten Mikroklinflecken, und er deutete die Orthoklaspartien schon als „Mikroclin mit versteckter Zwillingsgitterung“. Auch die Auslöschungsschiefe auf (001) fand er variierend zwischen 0 und 15–16°.

Nach GOLDSMITH & LAVES (1954) ist in der Differenz, Aufspaltung bestimmter Reflexe in Pulveraufnahmen ein direktes Maß für die Abweichung der Gitterwinkel γ^* und α^* von 90° , d. h. für die Triklinität, gegeben. Zunehmende Abweichung entspricht dabei zunehmender Al/Si-Ordnung im Gitter. Am besten geeignet zur Bestimmung der Triklinität ist die d-Wertdifferenz der Reflexe (131) und ($\bar{1}\bar{3}1$). GOLDSMITH & LAVES definierten sie als:

$$\Delta = 12,5 [d(131) - d(\bar{1}\bar{3}1)]$$

Ein voll geordneter Mikroklin würde den Wert $\Delta = 1$ haben, ein Sanidin den Wert $\Delta = 0$.

Aufnahmen mit einer GUINIER-Kamera nach JAGODZINSKI (CuK α -Strahlung, Filme einseitig entwickelt) ergaben für die Alkalifeldspatgroßkristalle folgende Werte:

Probe	Δ	Ausbildung der Reflexe
G 1	0,15	2 diffuse Linien
G 18	0,21	2 diffuse Linien
G 149	0,08	1 breitere Linie
G 217	0,11	1 diffuse Linie
G 22	0,63	breiter Bereich
18 S ₁	0,10	1 diffuse Linie
18 S ₂	0,11	2 diffuse Linien

Für die Röntgenaufnahmen wurden ausgelesene Spaltstücke von jeweils einem Kristallindividuum verwandt. Die Proben 18 S₁ und 18 S₂ stammen aus schlierenförmigen Feldspatanreicherungs zonen und unterscheiden sich in den Δ -Werten nicht von den einzeln im Granit liegenden Kristallen. Als Mittelwert (ohne Probe G 22) ergibt sich $\Delta = 0,13$, also eine relativ geringe Triklinität. Nur Probe G 22 aus der paralleltexturierten nördlichen Randfacies des Granites zeigt höhere Triklinität an (siehe dazu S.). Die Röntgenreflexe sind immer etwas verbreitert, z. T. in Form von zwei noch recht deutlich erkennbaren Linien mit diffuser Schwärzungszone dazwischen, z. T. als ein breiter, fast einheitlich geschwärzter Streifen ausgebildet. Gemessen wurde die Distanz stets nahe den Außenkanten der Linien bzw. Schwärzungs zonen. In diesen Linienverbreiterungen und diffusen Zonen spricht sich das Gleiche aus wie in der starken Variation des Achsenwinkels und der Auslöschungsschiefe, nämlich intermedäre Strukturzustände, fortschreitende Umordnung des Kristallgitters von anfangs wohl monokliner zu trikliner Symmetrie. Zur Korrespondenz von $2V_x$ mit Δ siehe auch LAVES & VISWANATHAN (1967).

Eine andere Art von Inhomogenität stellen die sehr reichlich vorhandenen perthitischen Entmischungslamellen dar. Der primär diadoch eingebaute

Natriumgehalt hat sich weitgehend in Form von selbständigen Albiteinlagerungen entmischt.

Nach der Nomenklatur von LAVES & SOLDATOS (1963) treten bei den hier untersuchten Großkristallen vorwiegend gut orientierte, dünne, enggescharte Filmperthite, weniger häufig breitere Spindeln von Litzenperthit und unregelmäßig eingelagerte körnige Fleckenperthite auf. Eine röntgenographische Prüfung nicht perthitischer Teile zeigte, daß auch größere Mengen Kryptoperthit vorhanden sind. U-Tisch-Messungen an verzwilligtem Perthitmaterial, meist aus Fleckenperthiten, ergaben An-Gehalte von 5 bis 7%.

Insgesamt wären demnach die Großkristalle des Granites von Oberkirch als Mikroklinperthite zu bezeichnen.

Über ihren Gesamtchemismus informiert eine Analyse von SAUER (1893), die an perthitischem Material von Riedle östlich Offenburg ausgeführt wurde:

SiO ₂	64,53	K ₂ O	12,40
Al ₂ O ₃	19,14	Na ₂ O	2,89
Fe ₂ O ₃	Spur	Glühv.	0,34
CaO	0,44		
			99,74

Daraus berechnet sich eine pauschale Zusammensetzung von rd. Or₇₄Ab₂₄An₂.

MÜLLER (in SANDBERGER 1861) fand für einen Großkristall von Brandmatt bei Sasbachwalden sehr ähnliche Alkaliwerte:

K₂O 12,25; Na₂O 2,38 (dazu Spuren MgO und BaO).

Vereinzelt macht sich ein echter Zonarbau der großen Feldspäte durch unterschiedlich auslöschende Zonen bemerkbar. Diese Zonen treten im Idealfall sehr zahlreich oszillierend parallel zu den Hauptflächen auf und sind, besonders an den nach außen weisenden Seiten, glatt und scharf abgegrenzt. Die einzelnen Zonen weisen Änderungen der Auslöschungsschiefe von 3 bis 10° auf. An den Zonengrenzen ist in einigen Fällen eine wandernde BECKESche Linie zu beobachten. Das deutet auf Substanzunterschiede, vermutlich auf wechselnde Natriumgehalte, hin. In den allermeisten Fällen ist der Zonarbau jedoch durch die fleckige Auslöschung, die Umorientierung des Kristallgitters fast völlig zum Verschwinden gebracht oder nur noch in schwachen Andeutungen erhalten geblieben.

Wie schon erwähnt, enthalten die großen Mikroklinperthite viele Einschlüsse der Grundmasseminerale. Außer kleinen Grundmassestückchen sind es vorwiegend Einzelkristalle von Plagioklas und Biotit, seltener Relikte von Quarz und vereinzelt von älterem Alkalifeldspat (auch Apatit und Zirkon). Sie liegen, besonders in den inneren Randbereichen und den mittleren Teilen der Großkristalle, zonenweise und streng parallelorientiert zu den Flächenrichtungen (001), (010) und (110) des Wirtskristalles. Trotz mehr

oder minder deutlicher Spuren der Korrosion haben vor allem Plagioklas und Biotit in solchen Einschlusszonen noch weitgehend idiomorphe Umrisse (Abb. 3).

Die tafeligen, 2 bis 3 Millimeter großen Plagioklaskriställchen weisen An-Werte auf, die denen der Grundmasseplagioklase entsprechen, insbesondere den Kernen derselben (gemessene Gehalte von 25 bis 31 An). Neben der auffallenden Einregelung mit der Breitseite (010) zur Flächenrichtung (010) des Alkalifeldspates zeigt die etwa gleichzeitige Auslöschung der Plagioklasleisten mit dem Alkalifeldspat, daß auch Orientierung nach mindestens einer Achsenrichtung vorliegt bzw. angestrebt wurde.

Im Kernbereich der Großkristalle sind Einschlüsse seltener, weniger orientiert und vorwiegend als xenomorphe Körner vorhanden. Um Plagioklaseinschlüsse ist nicht selten ein schmaler Albitsaum oder vereinzelt auch ein Myrmekitsaum entwickelt, um Biotite öfters ein Saum aus Muskowit. Mit ihrem äußeren Rand, in dem die Mineraleinschlüsse meist auch un-



Abb. 3: Alkalifeldspatgroßkristall mit orientiert eingelagerten Plagioklas- und Biotitkristallen. Zonarbau nur in Andeutungen erhalten. Schnitt etwa parallel (110).

Dünnschliff G 10b, Vergr. 8mal, +Nicolis.

orientiert und xenomorph vorliegen, greifen die Großkristalle unter starker Verzahnung in das Gefüge der Grundmasse ein. Metasomatische Aufweitung der Korngrenzen und intensive Verdrängungserscheinungen beherrschen hier überall das Bild.

Daß auch große Plagioklaskristalle von Alkalifeldspat verdrängt wurden, beweisen Plagioklasringe mit darin liegenden schwammförmigen Plagioklasrelikten. Der Ersatz geschah dabei offenbar von innen her, zuerst den Anreichernden Kern ergreifend. Solche stehengebliebenen Plagioklasringe bzw. -ränder, auch wenn sie nur in Einzelteilen erhalten sind, unterscheiden sich klar von den vorher beschriebenen Einschlusssonen. Bei den zonenweise orientierten Einschlüssen handelt es sich um $\pm$ idiomorphe Einzelkristalle mit wechselnden An-Gehalten und jeweils eigenem geschlossenen Zonarbau; insgesamt sicherlich um ein Anlagerungsgefüge an den wachsenden Großkristall (siehe auch FRASL 1954)⁵.

Vor dem Versuch einer Deutung der hier mitgeteilten Beobachtungen sollen noch die Kennzeichen der Alkalifeldspäte in der Grundmasse genannt werden.

Alkalifeldspat der Grundmasse

Als Bestandteil der Grundmasse ist Alkalifeldspat stets extrem xenomorph und ausgesprochen poikilitisch ausgebildet. Er füllt zum Teil die Zwickel, erweitert sie aber meist sehr aggressiv und schiebt sich amöbenartig zwischen die angrenzenden Minerale (Abb. 4). Korngrößenbestimmungen lassen sich aufgrund dieser sehr wechselnden Form und Ausdehnung kaum durchführen. Oftmals sind die Distanzen über ein optisch zusammengehöriges Gebilde jedoch weit größer als die mittlere Größe der übrigen Minerale. Karlsbader Zwillinge scheinen weniger häufig als bei den Großkristallen aufzutreten. Fleckenförmige Auslöschung und verschieden deutlich gegitterte Partien kennzeichnen auch hier den Alkalifeldspat. Ebenso variieren die Achsenwinkel ganz ähnlich zwischen 45 und 80°.

Die röntgenographisch bestimmten Triklinitäten liegen ein wenig niedriger:

Probe	Δ	Ausbildung der Reflexe
G 1	0,09	1 diffuse Linie
G 18	0,08	1 diffuse Linie
G 149	0,09	1 diffuse Linie
G 22	0,78	breiter Bereich

⁵ Die von RIEDERER (1967) beschriebene Bildung orientierter Plagioklaseinlagerungen in Kalifeldspat aus teilweise resorbierten und später umwachsenen Plagioklassäumen (nach Art der Repaktivfeldspäte) kann aus gleichen Gründen nicht angenommen werden.

Das untersuchte Material wurde durch Ausbohren aus angefärbten Gesteinsplatten gewonnen. Auch hier fällt die Probe G 22 mit viel höherem Wert heraus.

Perthitlamellen sind reichlich vorhanden, doch ganz überwiegend als sehr feine Filmperthite. Orientierte Mineraleinschlüsse treten nicht auf, nur eine unregelmäßige Durchsetzung mit verschiedenen großen, meist korrodierten Körnern.

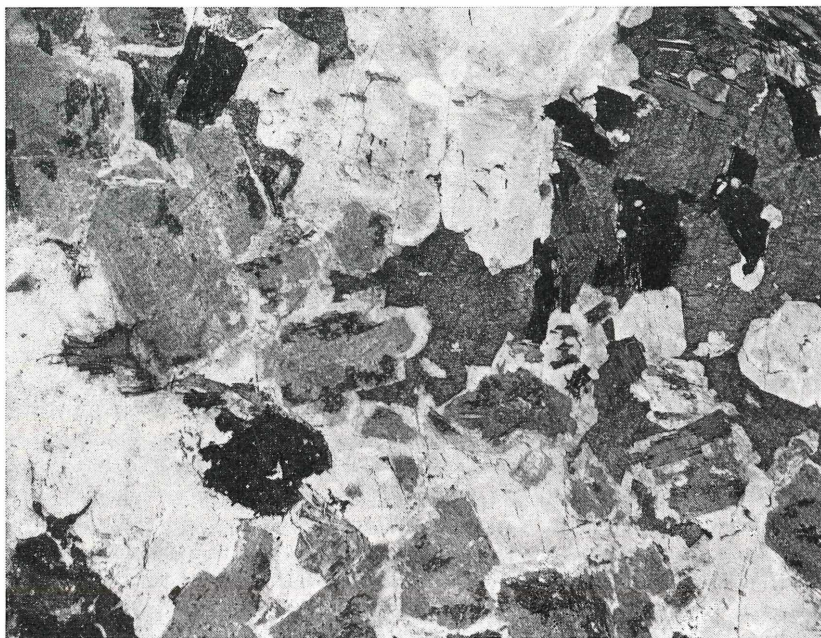


Abb. 4: Alkalifeldspat der Grundmasse (rechts, angefärbt, dunkelgrau) poikilitisch, amöbenartig in das Gefüge eindringend. In ihm ebenflächige Quarzkörner (wohl Lösungsformen).

Dünnschliff G 1, Vergr. 7mal, 1 Nicol.

Genetische Interpretation der Beobachtungen an den Alkalifeldspatgroßkristallen

Grundsätzlich geht es um die Frage, ob die großen Alkalifeldspäte aus und in einer magmatisch-schmelzflüssigen Phase kristallisierten oder ob sie metasomatisch in das fertige Gestein einwuchsen.

Aus dem vorher Beschriebenen ergibt sich nun aber, daß sowohl für die eine als auch für die andere Möglichkeit Anzeichen vorhanden sind. Ent-

sprechende Beobachtungen an granitischen Großfeldspäten wurden schon häufig gemacht und diskutiert. Genannt seien nur die Arbeiten von ERDMANNSDÖRFFER (1942, 1945, 1948), DRESCHER-KADEN (1942, 1948), FRASL (1954) und EMMERMANN (1969).

Bezüglich der Großfeldspäte im Granit von Oberkirch sprechen nun insbesondere folgende Erscheinungen für eine Kristallisation aus der Schmelze oder zumindest für die zeitweilige Existenz eines gewissen schmelzflüssigen Anteils: Der echte Zonarbau, die orientiert eingelagerten Plagioklase und Biotite, die Konvektions- und Intrusionsbewegungen des Magmas nachzeichnende makroskopische Einregelung.

Für ein metasomatisches Wachstum im festen Gefüge, sei es durch Zufuhr kalihaltiger Lösungen oder durch Sammelkristallisation, sprechen vor allem die starken Verdrängungserscheinungen gegenüber der Grundmasse.

Es scheinen hier, wie es auch ERDMANNSDÖRFFER und FRASL annahmen, beide Bildungsweisen nacheinander realisiert zu sein.

Gegen Ende der Hauptkristallisation, als schon größere Individuen aller Minerale, z. T. auch schon ein lockeres Grundgewebe, gebildet waren, muß die Kristallisation des Alkalifeldspates begonnen haben. Zuerst verlief sie wohl wenig behindert durch Nachbarn und Bewegungsvorgänge, zumindest in einer Umgebung, die noch eine Drehung und gerichtete Anlagerung anderer Kristalle, auch polymineralischer Aggregate, erlaubte. Es war außerdem möglich, daß sich der fein oszillierende, glatte Zonarbau beim Überwachsen der eingeschlossenen Minerale weiterhin ausbilden konnte. Gleichzeitig ging die Kristallisation der übrigen Komponenten weiter und es wuchsen unter anderem die Anärmeren Ränder der Grundmasseplagioklase, die den eingeschlossenen fehlen (ihre Albitsäume, wie die Perthitausscheidungen, entstanden später). „Je weiter die Verfestigung der Grundmasse selbst fortschreitet, um so mehr tritt der Kalifeldspat in ein metasomatisch-aggressives Stadium; der Großkristall greift verdrängend in die Umgebung ein“ (ERDMANNSDÖRFFER 1948, S. 235). Zur gleichen Zeit erfolgte sicherlich auch das betont metasomatische Wachstum des xenomorphen Alkalifeldspates in der Grundmasse. Während bzw. mit Beginn dieser durch Verdrängung gekennzeichneten Phase kam es wahrscheinlich zu stärkeren Bewegungen, die ein ungestörtes Weiterwachsen und Anlagern von Mineralien verhinderten, vermutlich zur endgültigen Platznahme des Granites.

Es ist anzunehmen, daß während dieser Zeit auch die kontaktparallele Einregelung der Großkristalle, wie sie vor allem im Norden des Plutons so deutlich sichtbar wird, erfolgte. Entweder die Intrusionsbewegungen selbst oder andere tektonische Einwirkungen förderten offenbar nun auch die Umorientierung des Alkalifeldspatgitters, die Transformation der wohl primär monoklin kristallisierten Substanz zum Mikroklin (siehe dazu WENK 1967,

BAMBAUER 1967⁶ und die dort zitierten Autoren). Auf diese Weise erklären sich die auffallend hohen Triklinitätswerte im paralleltexurierten nördlichen Gebirgsrand.

Plagioklas

Der Habitus der Plagioklase ist dicktafelig nach (010) bei idiomorpher bis seltener hypidiomorpher Ausbildung. Die Größe (Länge) der Kristalle liegt am häufigsten bei 3 Millimetern, sie kann jedoch ohne wesentliche Änderung im morphologischen und chemischen Bau stark variieren. So treten nicht selten auch 0,6 und bis 10 Millimeter große Plagioklase neben denen der üblichen Länge auf. Als Einschlüsse finden sich oft Biotitreste, Apatit und Zirkon, dagegen praktisch nie Quarz und Alkalifeldspat. Die Plagioklase werden dort, wo sie an Alkalifeldspat grenzen, korrodiert. Wie intensiv die Verdrängung teilweise erfolgte, wurde schon im vorangegangenen Abschnitt beschrieben (Plagioklasringe in Alkalifeldspat usw.). Nur recht selten tritt zwischen beiden Mineralen eine schmale Myrmekitzone auf.

Quarz wirkt auf die Kristalle weniger verdrängend, so daß ihm gegenüber meist hypidiomorphe Formen bestehen bleiben.

Fast alle Plagioklase sind, besonders in den inneren Teilen, stark mit Serizit angefüllt. Saussuritisierung konnte nicht beobachtet werden; ebenfalls keine Antiperthiteinlagerungen.

Zwillingsbildungen treten an jedem Korn auf. Ganz vorherrschend ist dabei eine intensive polysynthetische Verzwillingung nach dem Albitgesetz, fast immer in Kombination mit einfachen Karlsbader Zwillingen und seltener mit Periklinlamellen.

Der Zonarbau ist deutlich ausgeprägt und normalerweise breit und kontinuierlich verlaufend von höheren Anorthitgehalten im Kern zu niedrigeren im Rand. Rekurrenzen treten zwar auf, besonders in den inneren Randbereichen, doch sie sind schmal und unterbrechen die stetige Änderung nicht wesentlich. Vereinzelte streifen- und treppenförmige Entkalkungsgebiete ergreifen bevorzugt den Kern des Kristalls.

Um die chemische Zusammensetzung und zonare Änderung der Plagioklassubstanz festzustellen, wurden 65 optische Vermessungen an 11 verschiedenen Granitproben durchgeführt. Die Messungen erfolgten auf dem U-Tisch nach der FEDOROW-Methode unter Benutzung der Migrationskurven⁷ von KÖHLER (in TRÖGER 1959).

⁶ In TRÖGER (1967).

⁷ Die Meßpunkte des Stereogramms fielen dabei immer auf die Tieftemperaturkurve oder in ihre Nähe.

Es konnten dabei Anorthitgehalte zwischen maximal An 45 und minimal An 10 gefunden werden. Speziell ergaben sich als häufigste Werte für den meist die Hälfte bis zwei Drittel des Kristalls einnehmenden, recht homogenen Kernbereich An 32 bis 37, für den stark verlaufend zonaren Rand An 20 bis 29 und Werte etwas über An 10 für die sehr schmalen, nur selten meßbaren Säume.

Der Mittelwert aller optischen Bestimmungen ist An 26.

Im folgenden sind die optisch erhaltenen Mittelwerte für verschiedene Proben den aus der chemischen Gesamtanalyse des Gesteins errechneten Mittelwerten gegenübergestellt⁸:

Tabelle 1
Anorthitgehalte der Granitplagioklase

Probe Nr.	Mol.-% An		Variation der optischen Messungen
	optisch gemessen	berechnet aus chemischer Analyse	
G 1	24	20	10 — 30
G 3	25	19	22 — 29
G 18	29	22	22 — 37
G 22	31	34	26 — 40
G 112	23	16	22 — 36
G 138	25	17	12 — 30
G 217	24	17	23 — 25
G 287	26	21	12 — 37
G 496	33	30	23 — 45
G 700	26	16	23 — 32
G 701	23	18	20 — 25
Durchschnitt	26	21	

Es fällt auf, daß sich aus der chemischen Analyse systematisch niedrigere Anorthitgehalte ergeben. Das wird verständlich, wenn man bedenkt, daß in der Gesteinsanalyse unter anderem auch die reichlichen Natriumgehalte des Alkalifeldspates enthalten sind und daß andererseits der Calciumgehalt in den Plagioklaskernen durch Serizitisierung weitgehend vermindert ist. Dagegen konnten aber optisch auch kleine, noch unzersetzte Kernbereiche häufiger gemessen werden, und zudem werden gerade die An-armen Säume der Plagioklase bei der U-Tisch-Vermessung oft nicht ganz proportional zu ihrer Menge gefaßt.

Der Granit von Oberkirch führt also basische Oligoklase mit Andesinkernen und Rändern von Oligoklas-Albit.

⁸ Zur Bestimmung der An-Gehalte aus den Gesteinsanalysen wurden die NIGGLI-Werte und das Diagramm Fig. 24 in BURRI (1959) verwendet.

Die verschiedenen Gesamtanorthitgehalte entsprechen einem regionalen Bauplan des Granitmassivs, der später noch durch andere Befunde weiter verdeutlicht und dargestellt werden soll.

Quarz

Kennzeichnend für den Quarz ist sein Auftreten in größeren Kornkomplexen (meist 4 bis 5, maximal 15 Millimeter Durchmesser), in denen mehrere xenomorphe Einzelkörner unter starker Verzahnung vereinigt sind. Einheitliche Quarzindividuen, teils kleine Ecken und Spalten zwischen anderen Mineralien erfüllend, teils als runde bis bizarre Restformen im Alkalifeldspat liegend, kommen dagegen verhältnismäßig selten vor.

Die Form des Quarzes wird immer von den umgebenden Kristallen geprägt, im Falle des Alkalifeldspates vorwiegend durch dessen stark korrodierendes Verhalten. Bei den ebenflächig begrenzten Körnern, die manchmal in ihm schwimmen oder randlich in ihn hineinragen, dürfte es sich wohl um reine Lösungsformen handeln (Abb. 4).

Eingeschlossen, wenn auch nicht häufig, finden sich die Akzessorien, Plagioklas, Biotit und sehr selten auch Alkalifeldspat. Die Ausscheidung von Quarz fand im wesentlichen schon vor der Kristallisation von Alkalifeldspat statt. Undulöse Auslöschung in verschiedener Intensität ist stets erkennbar, Zerbrechungen und Zerreibungen nur an den Massivrändern, besonders im Norden.

Biotit

Biotit bildet sehr dicke idiomorphe bis hypidiomorphe Tafeln von durchschnittlich 2 Millimetern Durchmesser. In Schnitten parallel c haben die Pakete oft ausgefaserte Enden. Meist liegen die Kristalle statistisch verteilt, sie können jedoch (in den paralleltexturierten Granitvarietäten) auch längere gebogene Reihungen bilden. Dort kommen dann auch stärkere Verbiegungen der Biotite vor.

Die Farbe ist stets ein sattes Rotbraun, der Pleochroismus stark:

X = blaß bräunlichgelb, Z = tief dunkelrotbraun.

Der Achsenwinkel liegt um $2 V_x = 10^\circ$

Der Biotit hat praktisch nie Einschlüsse der Hauptminerale und umgreift nur ganz selten einmal Plagioklas. Dagegen ist er immer durchspickt von den akzessorischen Mineralen, und zwar besonders reichlich von Apatit und Zirkon. Der Orthit ist ihm häufig außen angelagert.

Von Alkalifeldspat und Quarz wird Biotit deutlich angegriffen, wobei der Angriff durch Quarz schwächer ist und mehr abgerundete Formen be-

wirkt. Die Verdrängung durch Alkalifeldspat führt zu ausgefranzten und lappigen Grenzen und hat Neubildungen von Muskowit im Gefolge.

Bei retrograder Umwandlung geht Biotit in Chlorit über und oft scheiden sich daneben auch dicke Epidotspindeln auf den Spaltflächen aus. Mit fortschreitender Zersetzung entsteht ein Gemenge aus Quarz, Hämatit und Karbonaten.

Aus den Gesteinsanalysen lassen sich für den Biotit Mg/Fe^{2+} -Verhältnisse zwischen 40/60 und 45/55 berechnen⁹. Nach der Einteilung in TRÖGER (1967) entspricht dieses Verhältnis einem **m a g n e s i u m r e i c h e n L e p i d o m e l a n**.

Auf hohe Titangehalte deutet schon die tief rotbraune Farbe des Minerals; da dem Granit weitere Titanminerale fehlen, wird das analysierte Titan wohl fast ausschließlich dem Biotit entstammen. Es ergeben sich somit Gehalte von 3 bis 3,5 % TiO_2 im Durchschnitt.

Akzessorien

Apatit

Apatit, der häufigste akzessorische Bestandteil des Granites, bildet idiomorphe dicksäulige Kristalle, deren Enden sehr flächenreich ausgebildet sind und daher fast rund erscheinen.

In den immer klaren, farblosen, bis maximal 2 Millimeter langen und bis 0,7 Millimeter dicken Kristallen sieht man häufig Kanäle mit Flüssigkeit und Libelle, auch vereinzelte Einschlüsse von Zirkon.

Sehr reichlich findet sich Apatit im Biotit eingewachsen, wo er mitunter ganz zarte pleochroitische Höfe erzeugt. Aber auch alle übrigen Minerale umschließen Apatit, ohne daß ein Lösungsangriff erkennbar wäre.

Zirkon

Nach Apatit verbreitetstes Spurenmineral, findet sich Zirkon bevorzugt im Biotit, umgeben von kräftigen pleochroitischen Höfen. Die Kristalle haben ganz ausgezeichnet idiomorphe Gestalt, sind vorherrschend längsäulig mit Längen um 0,1 bis 0,2 Millimeter (maximal 0,5 Millimeter lang, 0,06 Millimeter dick).

Der Zirkon ist farblos bis leicht bräunlich getrübt und läßt sehr häufig lange Flüssigkeitskanäle in Längsrichtung sowie runde Erzkörner und verschiedenartige Mikrolithe erkennen.

Neben Zirkon treten in den Biotiten noch weitere winzige eiförmige Körnchen auf. Sie erzeugen noch breitere und intensivere Höfe und verraten sich oft nur dadurch. Diese Körnchen könnten Monazite oder Xenotime sein.

⁹ Als weitere Fe- und Mg-Träger sind im frischen Granit nur geringe Mengen Cordierit und Spuren Eisenerz vorhanden. Sie beeinflussen das Mg/Fe -Verhältnis nicht spürbar.

Orthit

Orthit ist in rundlichen bis abgerundet rechteckigen Kristallen von 0,1 bis 0,2 Millimetern Größe recht verbreitet, wenn auch nicht so häufig wie Zirkon und Apatit. Die Körnchen sind hellbraun bis dunkel gefärbt, selten in Biotit eingewachsen, vielmehr diesem meist außen angelagert und pleochroitische Zonen in ihn einstrahlend.

Cordierit

Dieses Mineral kommt in großen Teilen des Granites in Mengen bis zu 1 Vol.-% vor (seine räumliche Verteilung im Massiv zeigt Karte 1). Frischer Cordierit wurde allerdings in Dünnschliffen bisher nicht angetroffen, sondern immer nur Pseudomorphosen nach ihm, die unter den Namen Pinit und Chlorophyllit bekannt sind.

Mit Röntgenaufnahmen ließ sich das Mineral aber eindeutig in einer von sechs Proben neben Muskowit, Biotit und Chlorit nachweisen.

Die Cordieritpseudomorphosen fallen schon im Handstück durch ihre grüne Farbe auf. Sie bilden gedrungene rundliche bis nahezu sechseckige Säulen von oft 1 bis 2,5 Zentimetern Länge und 0,5 bis 1,5 Zentimetern Durchmesser. Um die Säulen liegt meist eine dünne Hülle von Biotit- und Muskowitblättchen. Durch ihre ausgezeichnete Querteilbarkeit zerfallen die Pseudokristalle leicht in dünne, mit Glimmern belegte Scheiben.

Im Mikroskop erscheinen weniger zersetzte Kristalle als äußerst feinkörnige, stark grüne Chloritmasse, die von vielen Serizitklüften durchzogen wird. Stark umgewandelt bleibt nur ein Maschenwerk von Muskowitblättchen und einzelnen Biotiten erhalten oder endlich eine lockere grobkristalline Muskowitanhäufung.

Wenn noch deutliche Umrisse vorhanden sind, wird daran ein sekundäres blastisches Sprossen der Kristalle im Granitgefüge erkennbar.

Turmalin

In zwei Schliffen kommt gelbgrün-blau pleochroitischer Turmalin in kleinen idiomorphen Kristallen und poikilitischen Flecken vor. Diese Vorkommen erwiesen sich durch ihr Auftreten in dünnen mylonitischen Quarzadern als spätere Zufuhr. Turmalin findet sich ansonsten nur in pegmatitischen Gängen und Klüften.

Erz

An Erzmineralien ist der Granit von Oberkirch sehr arm, und so trifft man nur selten kleine, teils idiomorphe Körner von Pyrit, Ilmenit und Magnetit in den Schliffen an. Sie sind dann häufig in den Biotiten eingewachsen. Weiterhin finden sich um zersetzte Biotite feinstkörnige Ausscheidungen opaker Eisen-Titan-Oxyde und gelegentlich Hämatitschüppchen.

c) Quantitativer Mineralbestand

Zur Bestimmungsmethode

Die Modalanalyse eines so grobkörnigen Gesteins, wie es der Granit von Oberkirch darstellt, hat ihre Schwierigkeiten. Um ausreichende Genauigkeit zu erzielen, muß eine Mindestzahl von Körnern erfaßt werden (CHAYES 1956), das heißt hier Integration relativ großer Flächen.

Nun ist aber das untersuchte Gestein nicht nur grobkörnig, sondern durch die mehr oder weniger stark orientierten und schlierig angereicherten Alkalifeldspatgroßkristalle auch inhomogen, was den zu messenden Bereich weiter vergrößert. Zur Bestimmung des quantitativen Mineralbestandes wurden folgende Methoden gewählt¹⁰:

Einerseits: Integration der Grundmasse in Großdünnschliffen (50 x 50 Millimeter, Alkalifeldspat angefärbt) mittels Punktokular und mechanischer Zählvorrichtung (Statitest). Separate Integration der Alkalifeldspatgroßkristalle mit Punktrasterfolie (Punktabstand 5 Millimeter) an mehreren verschieden orientierten, insgesamt mindestens 1 Quadratmeter großen Gesteinsflächen im Aufschluß.

Andererseits: Integration von 500 bis 600 Quadratzentimeter großen, angeschliffenen und gefärbten Granitplatten durch Auflegen einer Punktrasterfolie mit 3 Millimeter Punktabstand. Hierzu wurden sowohl für den Aufschluß repräsentative Gesteinsstücke ausgewählt als auch Schnittlagen, die der räumlichen Verteilung der Großkristalle Rechnung tragen. Letzteres war nur bei nicht oder wenig geregelten Großkristallen möglich, und zwei Plattenintegrationen von stärker paralleltexturierten Proben mußten aus diesem Grunde verworfen werden.

Es zeigte sich, daß beide Verfahren gleichwertige Ergebnisse liefern, allerdings werden bei der Integration von Gesteinsplatten die feinkörnigen akzessorischen Minerale nicht erfaßt.

Mittlerer Mineralbestand, Varietäten

Nach den 29 in Tabelle 2 verzeichneten Integrationsanalysen ergibt sich für den Granit von Oberkirch ein mittleres Mineralmengenverhältnis von:

33,8 Vol.-%	Plagioklas (An 26)
8,8 Vol.-%	Alkalifeldspat der Grundmasse
18,5 Vol.-%	Alkalifeldspatgroßkristalle
27,0 Vol.-%	Quarz
10,6 Vol.-%	Biotit (Lepidomelan)
0,7 Vol.-%	Cordierit
0,3 Vol.-%	Muskowit
0,3 Vol.-%	Akzessorien

¹⁰ Nach Prüfung der quantitativen röntgenographischen Phasenanalyse und des Kornzählverfahrens am Gesteinspulver.

GRANIT VON OBERKIRCH

33

Tabelle 2: Modalanalysen des Granites von Oberkirch

Probe Nr.	G1	G3	G10a	G10b	G15	G18a	G18b	G22	G74	G112	G138	G149	G166	G172	G217
Plagioklas	35,3	35,0	34,8	38,8	25,8	39,3	38,8	40,1	27,1	35,5	27,1	29,4	40,6	33,9	35,4
Alk.'Fdsp. a)	10,8	12,5	7,7	7,3	10,2	10,8	5,8	3,9	10,3	8,5	9,0	8,2	3,4	7,3	6,3
b)	15,9	18,4	17,7	17,6	28,1	10,6	20,7	17,2	18,4	20,0	20,2	23,4	16,9	18,3	26,0
Quarz	25,2	19,9	28,7	23,5	30,4	28,1	23,2	22,0	32,2	26,2	33,2	29,6	20,7	31,9	23,6
Biotit	11,5	13,0	9,1	10,6	5,5	10,1	10,4	16,4	10,2	9,2	8,5	7,5	17,2	7,2	8,7
Muskowit	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	0,0	0,6	0,3	0,7	n.b.	0,1	n.b.	n.b.
Cordierit	1,3	1,2	2,0	2,2	0,0	1,1	1,1	0,0	0,9	0,0	1,0	1,9	0,8	1,4	0,0
Akzessorien	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	0,4	0,3	0,3	0,3	n.b.	0,3	n.b.	n.b.

Probe Nr.	G287	G383	G393	G428	G447	G464	G469	G496	G514	G547	G663	G690	G700	G701
Plagioklas	32,4	33,2	27,1	35,7	29,7	35,7	33,5	37,7	39,0	40,0	33,7	33,9	36,6	30,3
Alk.'Fdsp. a)	9,8	5,5	13,1	10,2	24,3	10,7	7,2	4,2	4,5	3,0	7,8	11,3	5,6	11,5
b)	12,7	19,4	24,0	13,3	5,7	14,6	15,5	17,3	18,3	14,2	15,0	13,4	19,2	23,1
Quarz	32,7	31,4	26,8	29,7	27,7	27,0	31,5	21,7	23,4	24,8	30,9	27,2	27,3	26,2
Biotit	9,6	9,9	8,7	8,7	12,1	11,7	11,1	18,8	14,5	17,6	9,8	13,9	10,6	8,2
Muskowit	0,5	0,3	0,1	0,9	0,2	0,0	0,5	0,0	0,0	0,1	1,0	0,0	0,5	0,5
Cordierit	2,1	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0
Akzessorien	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2

+) Integration von Granitplatten. a) Alkalifeldspat der Grundmasse, b) Großkristalle.

Dieser Mineralbestand ist kennzeichnend insbesondere für die Gesteine im mittleren Bereich des Massives zwischen Rench- und Achertal. Er repräsentiert den eigentlichen Typus Oberkircher Granit. Nach der Nomenklatur von STRECKEISEN (1967) ist dieser exakt als leukokrater Quarzärmerer Monzogranit zu benennen.

Nach TRÖGER (1935) wären die Gesteine im Durchschnitt den Normalgraniten bis Yosemiteiten zuzurechnen, wobei Abänderungen zu farsunditisch-granodioritischem und wiborgitischem Modalbestand auftreten. Deutliche Abweichungen vom Normaltyp finden sich speziell am nördlichen und südlichen Ende des Massives. Im Norden ist eine dunklere Facies aufgeschlossen, die zu granodioritischer Zusammensetzung tendiert, im Süden eine hellere Varietät:

	dunkle Varietät	helle Varietät
Plagioklas	39,5 Vol.-%	31,7 Vol.-%
Alkalifeldspat der Grundmasse	3,8 Vol.-%	9,2 Vol.-%
Alkalifeldspatgroßkristalle	16,8 Vol.-%	23,4 Vol.-%
Quarz	22,5 Vol.-%	26,7 Vol.-%
Biotit	16,9 Vol.-%	8,5 Vol.-%
Cordierit	0,2 Vol.-%	0,0 Vol.-%
Muskowit	0,0 Vol.-%	0,3 Vol.-%
Akzessorien	0,3 Vol.-%	0,2 Vol.-%

Diese verschiedenen Typen gehen im Gelände völlig kontinuierlich ineinander über, nirgends erfolgen Sprünge im Mineralbestand, die eine Abgrenzung rechtfertigen würden.

Auch die graphische Darstellung der Modalanalysen in den Dreiecken $Q - A + P - M$ und $Q - A - P$ (Abb. 5) ergibt geschlossene, einheitliche Felder für den Granit.

Verteilung der Minerale im Pluton

Karte 1 zeigt die räumliche Verteilung der Hauptminerale über den Anschnitt des Granitmassives. Zur Art der Darstellung sei bemerkt: Die Modalbestände der Tabelle 2 wurden umgerechnet auf Summe 100 für Plagioklas + Alkalifeldspat + Quarz + Biotit und die Mengen dieser vier Mineralarten als Segmente in Kreisen angegeben. Die genaue Position der Aufschlüsse ist durch Punkte markiert, die aber nicht immer mit den Kreiszentren zusammenfallen.

Größere Kreise bezeichnen Integrationen von Gesteinsplatten, kleinere die kombinierten Integrationen an Dünnschliffen und im Aufschluß, Probe G 15 und G 74 sind nicht eingezeichnet, da sie fast genau auf den gleichen Punkt wie G 217 bzw. G 3 fallen.

Die Karte läßt zusätzlich zur vorher genannten Änderung des Mineralbestandes in Längserstreckung des Granitkörpers nun auch eine Variation quer dazu erkennen: Es heben sich die östlichen und westlichen Ränder vom Zentralbereich ab. Im einzelnen machen sich in der Verteilung der Hauptminerale folgende Tendenzen bemerkbar:

Biotit: Zunahme von Süden nach Norden sowie vom West- und Ostrand zum Zentrum hin.

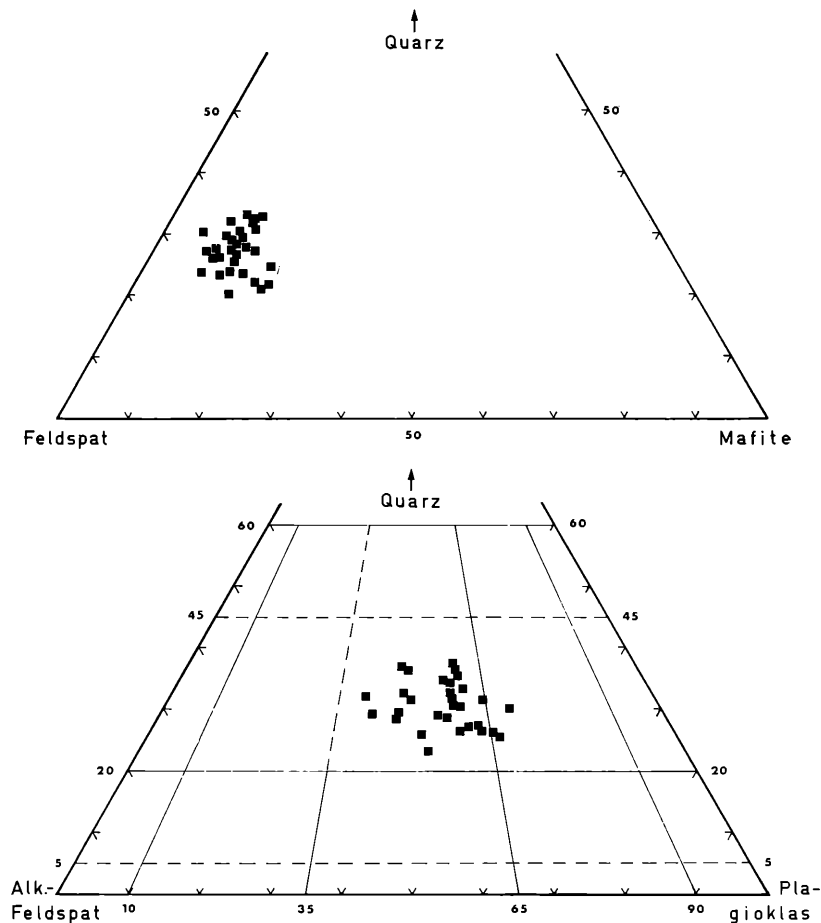


Abb. 5: Quantitative Mineralbestände des Granites von Oberkirch.

- Quarz:** Änderung genau entgegen der von Biotit, westliche und östliche Randzonen mit besonders hohen Quarzgehalten.
- Alkalifeldspat:** Im wesentlichen dem Verhalten von Quarz entsprechend; der Norden dabei betont arm an Alkalifeldspat.
- Plagioklas:** In der Tendenz ähnlich wie Biotit, doch weniger signifikant variierend. Höhere Gehalte bevorzugt im Norden und im Zentrum, niedrigere Werte häufiger an den Rändern.

Die Verbreitung von Cordierit erwies sich als unabhängig vom Verteilungsplan der Hauptminerale. Es konnten hier Grenzen kartiert werden, die zwar wiederum eine gewisse Gliederung des Massives in Südwest-Nordost-Richtung ergeben, doch in einer anderen Weise. Im Süden bzw. Südwesten setzt jenseits der angegebenen Linie Cordierit kräftig ein, bleibt mit ein bis zwei Volumenprozenten konstanter, häufiger Bestandteil im ganzen Gebiet zwischen Rench und Acher und nimmt dann allmählich bis zur Grenzlinie im Nordosten ab.

SAUER (1893) unterschied „pinitführenden Granit“ von „normalem Granit“ und sah in ihm eine Grenzfacies wie im Durbachit. Das trifft nicht zu, denn die Cordieritführung steht in keiner Beziehung zu den Granitgrenzen. Cordierit findet sich in unveränderter Menge direkt vom Gneiskontakt und vom Kontakt des Seebacher Granites an bis zur tektonischen Grenze im Westen.

VI. Chemische Untersuchung des Granites

a) Probennahme und Probenaufbereitung

Die Entnahme der analysierten Granitproben erfolgte stets aus dem Anstehenden und aus unverändertem Material direkt davor; in allen Fällen aus Steinbrüchen oder frisch gesprengten Felsanschnitten. Um Durchschnittswerte zu erhalten, wurden Sammelproben über den gesamten Aufschluß genommen. Ihr Gewicht betrug jeweils 8 bis 10 Kilogramm. Nach der Zerkleinerung im Backenbrecher wurde das Material mit einer Stahlscheibenmühle bis auf etwa 200 μ vorgemahlen, eine Fraktion von 25 Gramm herausgeviertelt und der Metallabrieb im Magnetscheider (zweimaliger senkrechter Durchlauf bei schwächster Einstellung = 0,1 A) entfernt. 10 Gramm von diesem Pulver wurden dann anschließend in einer Achatkugelmühle auf unter 40 μ Korngröße gebracht.

b) Analysenmethoden

Zur Bestimmung der Elemente Al, Si, K, Ca, Ti, Mn, Fe, Ni, Rb, Sr, Zr und Ba diente die Röntgenspektralanalyse, für Na und Mg die Atomabsorptionsspektralanalyse. Fe^{2+} wurde durch Titration mit Kaliumpermanganat bestimmt. Die Analyse des P_2O_5 , H_2O^+ und H_2O^- (gravimetrisch) führte Herr G. FRICKE, Mineralogisches Institut der Universität Freiburg i. Br., aus, wofür auch hier gedankt sei.

Röntgenspektralanalyse

Als Präparate zur Messung der Haupt- und Nebenelemente dienen Schmelzen mit Lithiumtetraborat unter Zusatz von Lanthanoxyd, die zu Tabletten gegossen und plangeschliffen wurden. Einzelheiten des angewandten Präparationsverfahrens sind bereits an anderer Stelle beschrieben worden (J. OTTO 1970). Für die Spurenelementanalyse wurden jeweils 4 Gramm analysenfein ($< 40 \mu$) gepulverte Substanz mit 1 Gramm HÖCHST-Wachs C sorgfältig vermischt (30 Minuten in einer Stabmischmaschine) und unter 30 Tonnen Druck zu Tabletten gepreßt. Die Messungen erfolgten einerseits mit dem SIEMENS-Mehrkanal-Röntgenspektrometer (MRS) und andererseits (Spurenelemente) mit einem SIEMENS-Einkanal-Vakuumspektrometer. Das MRS-Gerät erlaubt es, durch einzeln justierbare Vakuummeßkanäle und Zähleinheiten sieben Elemente einer Probe gleichzeitig zu erfassen. Tabelle 3 gibt eine Übersicht über die so bestimmten Elemente und die jeweiligen Einstelldaten.

Tabelle 3
Einstelldaten am MRS für die Haupt- und Nebenelemente

Element	Linie	Wellenlänge (Å)	Winkel (2 Θ)	Analysator-kristall	Detektor-spannung	Kanal-breite/Basislinie	Kollimator
Fe	$\text{K}\alpha_1 \text{ I}$	1,936	57,46	LiF (100)	1575 V	7,5/9,0 V	0,15°
Mn	$\text{K}\alpha_1 \text{ I}$	2,102	62,90	LiF (100)	1530 V	8,0/6,0 V	0,15°
Ti	$\text{K}\alpha_1 \text{ I}$	2,748	86,03	LiF (100)	1635 V	8,0/5,0 V	0,15°
Ca	$\text{K}\alpha_1 \text{ I}$	3,358	60,29	Quarz	1675 V	12,0/6,5 V	0,4°
K	$\text{K}\alpha_1 \text{ I}$	3,741	50,62	PET	1625 V	10,0/5,0 V	0,4°
Si	$\text{K}\alpha_1 \text{ I}$	7,125	109,03	PET	1660 V	13,0/5,0 V	0,4°
Al	$\text{K}\alpha_1 \text{ I}$	8,338	144,69	PET	1600 V	8,7/5,0 V	0,4°

Allgemeine Bedingungen: Cr-Röhre 45 kV/50 mA, Durchflußzähler, Vakuum unter 0,1 Torr, Meßzeit fünfmal zwei Minuten.

Tabelle 4: Einstelldaten am SIEMENS-Vakuumspektrometer und Nachweisgrenzen der Spurenelemente.

Element	Linie	Wellenlänge (Å)	Analys.-Kristall	Winkel (2 θ)	Untergr. (2 θ)	Röhre kV/mA	Detektor u. Spannung. (V)	Kanalbreite/Basislinie (V)	Zählzeit (sec)	Nachweisgrenze (ppm)
Rb	K α_1 I	0,926	LiF (100)	26,58	25,98	W 50/30	SZ 735	9,5/5	3x60	7,1
Sr	K α_1 I	0,875	LiF (100)	25,09	24,39	W 50/30	SZ 735	9,5/5	3x60	7,3
Zr	K α_1 I	0,786	LiF (100)	22,15	20,55	W 50/30	SZ 720	8,1/5	3x60	12,5
Ba	L β_1 I	2,567	LiF (100)	79,17	79,97	Au 50/30	DZ 1620	6,9/7	4x60	36,5
Ni	K α_1 I	1,658	LiF (100)	48,60	47,90	Au 50/30	DZ 1590	6,5/8,5	4x60	5,2

Allgemeine Bedingungen Enger Kollimator (0,15°), Vakuum unter 0,01 Torr.

SZ = Szintillationszähler, DZ = Durchflußzähler.

Die Meßbedingungen am SIEMENS-Einkanal-Vakuumspektrometer und die damit erreichten Nachweisgrenzen¹¹ für die Spurenelemente sind in Tabelle 4 zusammengestellt.

Um apparative Schwankungen rechnerisch ausgleichen zu können, wurde bei der Spurenanalyse nach jeder dritten Probe ein Kontrollpräparat mitgemessen. Die Störung der $\text{Zr K}_{\alpha 1}\text{I}$ -Linie durch $\text{Sr K}_{\beta 1}\text{I}$ und der $\text{Ni K}_{\alpha 1}\text{I}$ -Linie durch $\text{Rb K}_{\beta 1}\text{II}$ erfordert eine Korrektur der erhaltenen Nettoimpulse. Es wurden darum die fremden Impulsanteile auf der Position der zu messenden Linien bestimmt und entsprechend den an Reinpräparaten (in SiO_2 -Matrix) gefundenen Verhältnissen $\text{Sr K}_{\alpha 1}\text{I} / \text{Sr K}_{\beta 1}\text{I}$ (15 %) bzw. $\text{Rb K}_{\alpha 1}\text{I} / \text{Rb K}_{\beta 1}\text{II}$ (1,2 %) abgezogen.

Als Bezugsproben zur Erstellung von Eichkurven dienten für sämtliche Elemente die internationalen Referenzgesteine GH, GA, G-2, GSP-1, AGV-1, W-1 und BCR-1. Die Fluoreszenzintensitäten von Rb, Sr, Zr, Ba, Ni sowie von Si und Al wurden mit Hilfe der Massenabsorptionskoeffizienten korrigiert (G-2 als Bezugspunkt gleich 1 gesetzt). Eine weitere Korrektur, die der Konzentrationserhöhung beim Schmelzen mit $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ („Glühverlust“) Rechnung trägt, kam hinzu. Es wurden hier die gefundenen Gehalte um einen Faktor entsprechend einem Zehntel des analysierten wahren Glühverlustes vermindert.

Atomabsorptionsspektalanalyse

In den Lithiumtetraboratschmelzen, wie sie für die Röntgenfluoreszenzpräparate hergestellt wurden, liegen gleichzeitig bestens geeignete Aufschlüsse für Atomabsorptionsmeßlösungen vor. Ausgehend von jenen Schmelzen ließ sich eine Methode entwickeln, die das aufwendige Lösungsverfahren wesentlich vereinfacht und auf etwa ein Zehntel der Zeit verkürzt. Auch darüber und über die genaue Arbeitsvorschrift wurde schon berichtet (J. OTTO 1970).

Zur Aufstellung von Eichkurven für Na und Mg fanden synthetische Eichlösungen aus Reinstsubstanzen Verwendung. Die Drift der Apparatur konnte über eine ständig mitgemessene Kontrolllösung ausgeglichen werden. Die Meßergebnisse waren entsprechend dem vollen Glühverlust der Probe zu reduzieren.

Für die Messungen stand ein Zweistrahlgerät der Firma PERKIN-ELMER (Modell 303) zur Verfügung. Es wurde mit Bolingbrenner (Acetylen-Luft-Gemisch) und Hohlkathoden- (Mg) bzw. Gasentladungslampen (Na) betrieben und im wesentlichen nach den von PERKIN-ELMER angegebenen Standardarbeitsbedingungen für Na und Mg eingestellt.

¹¹ Berechnet als Grenzkonzentration c_g nach HAHN-WEINHEIMER & JOHANNING (1963).

Tabelle 5: Chemische Analysen des Granites von Oberkirch.

Probe Nr.	G1	G3	G10	G18	G22	G112	G138	G149	G166	G172
Gew.-% SiO ₂	70,7	68,5	69,5	66,7	63,2	70,5	68,9	70,7	66,2	68,5
TiO ₂	0,45	0,58	0,47	0,68	0,95	0,39	0,49	0,40	0,70	0,60
Al ₂ O ₃	15,21	15,49	15,10	15,64	16,65	15,11	15,60	14,90	16,14	15,48
Fe ₂ O ₃	0,62	0,75	0,53	0,89	1,17	0,53	0,72	0,80	1,03	0,84
FeO	2,14	2,83	2,30	3,36	4,26	2,25	2,30	1,85	3,29	2,94
MnO	0,05	0,06	0,05	0,06	0,06	0,04	0,04	0,10	0,05	0,05
MgO	1,02	1,64	1,23	1,94	1,73	0,80	1,36	0,83	1,86	1,83
CaO	1,54	1,38	1,47	1,69	3,07	1,41	1,31	1,49	2,19	1,56
Na ₂ O	3,20	3,01	3,14	3,00	3,35	3,30	3,02	3,01	3,12	3,13
K ₂ O	4,63	5,01	4,70	5,05	4,77	5,17	5,46	4,79	4,53	4,49
P ₂ O ₅	0,24	0,20	0,22	0,14	0,27	0,17	0,16	0,17	0,24	0,22
H ₂ O ⁺	1,09	1,25	1,15	1,27	1,00	0,97	1,14	1,07	1,15	1,39
H ₂ O ⁻	0,00	0,03	0,02	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,01
Summe	100,89	100,73	99,88	100,42	100,48	100,68	100,50	100,11	100,50	101,04
ppm Rb	226	221	212	207	190	207	246	251	201	206
Sr	202	201	266	268	244	161	224	263	223	176
Zr	151	172	161	234	403	217	138	128	260	216
Ba	500	610	740	980	1030	940	860	500	880	670
Ni	10	8	6	11	12	11	16	8	22	13
NIGLI-Werte si	344	309	336	284	240	347	320	355	275	303
al	43,4	41,0	42,9	39,0	37,0	43,7	42,7	44,0	39,4	40,3
fm	19,0	24,6	20,3	27,3	26,6	17,0	21,1	17,7	26,5	26,0
c	8,2	6,8	7,5	7,7	12,5	7,4	6,4	8,1	9,7	7,4
alk	29,4	27,6	29,3	26,0	23,9	31,9	29,8	30,2	24,4	26,3
k	0,49	0,52	0,50	0,53	0,49	0,51	0,54	0,51	0,49	0,48
mg	0,40	0,45	0,44	0,45	0,37	0,35	0,45	0,36	0,44	0,47

GRANIT VON OBERKIRCH

Tabelle 5: Fortsetzung

Probe Nr.	G217	G287	G393	G447	G469	G496	G663	G690	G700	G701
Gew.-% SiO ₂	68,2	70,2	65,5	70,1	68,2	64,4	70,7	68,5	70,0	68,8
TiO ₂	0,54	0,53	0,61	0,44	0,60	0,87	0,50	0,65	0,39	0,45
Al ₂ O ₃	15,80	15,16	16,42	14,62	15,53	16,57	14,40	15,26	15,03	15,14
Fe ₂ O ₃	0,84	0,72	1,40	0,67	0,92	1,35	0,67	1,06	1,02	1,06
FeO	2,97	2,54	3,47	2,14	2,81	3,75	2,43	2,81	1,92	2,30
MnO	0,05	0,05	0,06	0,04	0,05	0,06	0,04	0,06	0,05	0,04
MgO	1,21	1,41	0,99	0,84	1,71	1,81	1,46	1,38	0,79	0,90
CaO	1,29	1,45	1,87	1,29	1,78	2,51	1,18	1,67	0,66	1,53
Na ₂ O	3,21	2,85	3,23	3,06	3,10	3,32	2,72	2,91	3,40	3,22
K ₂ O	5,48	5,01	5,81	5,10	4,45	4,87	4,73	4,96	4,94	5,16
P ₂ O ₅	0,19	0,22	0,19	0,17	0,24	0,33	0,24	0,16	0,21	0,08
H ₂ O ⁺	1,17	1,09	1,03	0,99	1,19	1,24	1,60	1,36	1,31	1,02
H ₂ O ⁻	0,00	0,04	0,02	0,00	0,07	0,00	0,10	0,01	0,03	0,01
Summe	100,95	101,27	100,60	99,46	100,65	101,08	100,77	100,79	99,75	99,71
p.p.m										
Rb	234	260	202	281	232	205	245	243	207	210
Sr	174	154	162	128	248	256	135	161	171	163
Zr	188	143	439	170	258	366	163	290	159	263
Ba	1030	540	1660	470	730	1910	570	710	840	1040
Ni	9	11	10	14	15	13	14	22	13	14
NIGGLI-Werte										
si	308	331	273	355	302	251	352	310	357	328
al	41,9	42,1	40,2	43,5	40,4	37,8	42,0	40,7	44,9	42,3
fm	22,2	22,6	23,0	18,2	25,3	26,9	23,6	23,9	18,3	19,4
c	6,2	7,3	8,3	7,0	8,5	10,5	6,3	8,2	3,7	7,7
alk	29,7	28,0	28,5	31,3	25,8	24,8	28,1	27,2	33,1	30,6
k	0,53	0,54	0,54	0,52	0,48	0,49	0,53	0,53	0,49	0,51
mg	0,37	0,44	0,27	0,35	0,45	0,39	0,46	0,40	0,33	0,33

Titrimetrische Analyse

Der Anteil des zweiwertigen Eisens am röntgenspektralanalytisch gefundenen Gesamteisen wurde titrimetrisch bestimmt. 500 Milligramm Substanz wurden dazu mit H_2SO_4 und HF auf dem Wasserbad gelöst (15 Minuten, Polyäthylentrichter zur Abschirmung der Luft über den Platintiegel gesetzt) und in luftfreiem, abgekochtem, doppelt destilliertem Wasser (schwefelsauer, Zusatz von Borsäure) mit 0,1 normaler Kaliumpermanganatlösung titriert. Zwei Kontrollbestimmungen an den Referenzgesteinen G-2 und W-1 ergaben sehr gute Übereinstimmung:

	G-2	W-1
Gefundener Wert	1,46 Gew.-% FeO	8,67 Gew.-% FeO
Literaturwert	1,45 Gew.-% FeO	8,72 Gew.-% FeO

c) Fehlerbetrachtung

Jede Analysenmethode und deren Ergebnisse sind mit systematischen und zufälligen Fehlern behaftet. Die systematischen Fehler der hier benutzten Verfahren konnten weitgehend durch Eichung und Korrekturen berücksichtigt werden. Die zufälligen methodischen Fehler wurden aus der Meßstatistik nach KAISER & SPECKER (1956) berechnet.

In den unten als relative Standardabweichung bzw. Varianz angegebenen methodischen Fehlern (für 95 % statistische Sicherheit) sind jeweils die Fehler der Impulsstatistik, die apparativen und die präparativen Fehler enthalten. Für die Berechnung wurden fünf Präparate der gleichen Probe je dreimal zu verschiedenen Zeiten gemessen.

Methodische Fehler der Meßergebnisse:

Fe	0,12 % rel.	Mg	0,71 % rel.
Mn	0,23 % rel.	Na	0,66 % rel.
Ti	0,09 % rel.	Rb	1,30 % rel.
Ca	0,14 % rel.	Sr	1,71 % rel.
K	0,17 % rel.	Zr	1,82 % rel.
Si	0,87 % rel.	Ba	9,50 % rel.
Al	1,96 % rel.	Ni	8,80 % rel.

d) Chemismus der Haupt- und Nebenelemente

Nach den vorher beschriebenen Methoden wurden zwanzig verschiedene Granitproben aufbereitet und analysiert. Die Ergebnisse sind in Tabelle 5 zusammengestellt. Schon im Überblick wird erkennbar, daß auch die chemi-

sche Zusammensetzung des Granites deutliche Variationen zeigt. Faßt man diese 20 Analysen zusammen, so ergibt sich folgender Gesamtchemismus:

SiO ₂	68,4	Gew.-%	Rb	224	ppm
TiO ₂	0,65	Gew.-%	Sr	199	ppm
Al ₂ O ₃	15,46	Gew.-%	Zr	226	ppm
Fe ₂ O ₃	0,88	Gew.-%	Ba	860	ppm
FeO	2,70	Gew.-%	Ni	13	ppm
MnO	0,05	Gew.-%			
MgO	1,34	Gew.-%	NIGGLI-Werte		
CaO	1,62	Gew.-%	si	314	
Na ₂ O	3,12	Gew.-%	al	41,4	
K ₂ O	4,96	Gew.-%	fm	22,5	
P ₂ O ₅	0,20	Gew.-%	c	7,8	
H ₂ O ⁺	1,17	Gew.-%	alk	28,3	
H ₂ O ⁻	0,02	Gew.-%	k	0,51	
Summe	100,48	Gew.-%	mg	0,40	

Diese Zusammensetzung entspricht einem normalgranitisch-yosemitgranitischen Chemismus (nach TRÖGER 1935), der bis zu granodioritischem (Nordteil des Plutons) reichen kann. Kennzeichnend für den Granit von Oberkirch sind dabei seine niedrigen Calcium- und hohen Kaliumgehalte.

Innerhalb der NIGGLischen Magmentypen fallen die Gesteine einerseits in die Gruppe der granitischen Magmen der Kalkalkalireihe, andererseits gehören sie zu den leukosyenitgranitischen Magmen der Kalireihe (nach BURRI & NIGGLI 1945).

Um den regionalen chemischen Aufbau des Granitmassives nach seinen Hauptelementen anschaulich zu machen, wurden die NIGGLI-Werte der Analysen in je drei Gruppen aufgeteilt und als verschieden große Punkte in den Abbildungen 6 und 7 dargestellt.

Man erkennt eine deutlich gerichtete Verteilung aller Hauptkomponenten, die der Verteilung der Minerale entspricht und diese bis in Einzelheiten bestätigt. Durch gleiche Tendenzen verbunden zeigen sich einmal Silizium, Aluminium und die Alkalien und — dazu entgegengerichtet — Calcium und Eisen-Magnesium.

Für si liegen die niedrigeren Werte im Norden und in der zentralen Region des Gebietes. Hohe Konzentrationen kennzeichnen die Randpartien und den Südteil. Ganz entsprechend verteilt sich al. Die alk-Werte ergeben wiederum ein gleiches Bild, das vor allem von der Variation des Kaliums bestimmt wird. Die höchsten Kaliumgehalte finden sich im Süden,

am Westrand und im mittleren Teil angesammelt. Natrium dagegen variiert nur wenig, geht jedoch in den westlichen und östlichen Randzonen etwas zurück.

Gegenläufig dazu steigen — entsprechend dem Biotitgehalt — die $f m$ -Werte klar von Süden nach Norden an. Hier prägt sich der allgemeine Trend besonders in den Eisengehalten aus, während die relativen Fe/Mg-Verhältnisse zusätzlich das Verbreitungsgebiet von Cordierit (höhere mg-Zahlen) nachzeichnen. Calcium nimmt ebenfalls sehr deutlich zu gegen Norden und zum Zentralbereich hin. Durch niedrige c -Werte sind vor allem die Randzonen und die südlichen Teile gekennzeichnet. Das entspricht einerseits der Verteilung von Plagioklas und andererseits auch ganz den Änderungen im An-Gehalt der Plagioklase.

Titan variiert völlig simultan mit dem Eisen und entgegen dem SiO_2 , dabei ändert sich das Ti/Fe-Verhältnis zugunsten des Titans von Süden (0,12) nach Norden (0,16), was sich schon in der zunehmend tiefer rotbraunen Färbung der Biotite nach Norden hin kundtat.

Der Oxydationsgrad des Eisens (Fe_2O_3/FeO) ist im Südteil des Granites am höchsten (0,38) und erreicht in den Zentralpartien sein Minimum (0,29).

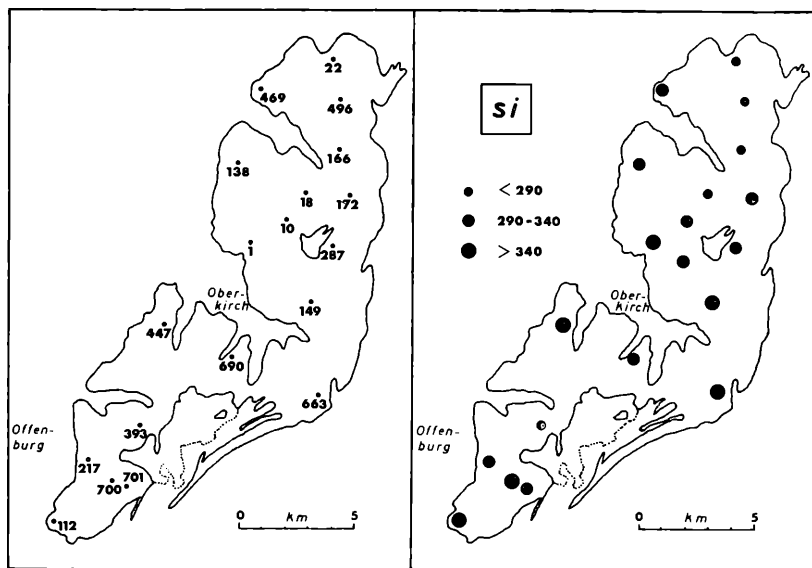


Abb. 6: Verteilung von Silizium (NIGGLI-Werte si) im Granit von Oberkirch. Links die Nummern der chemisch untersuchten Aufschlüsse.

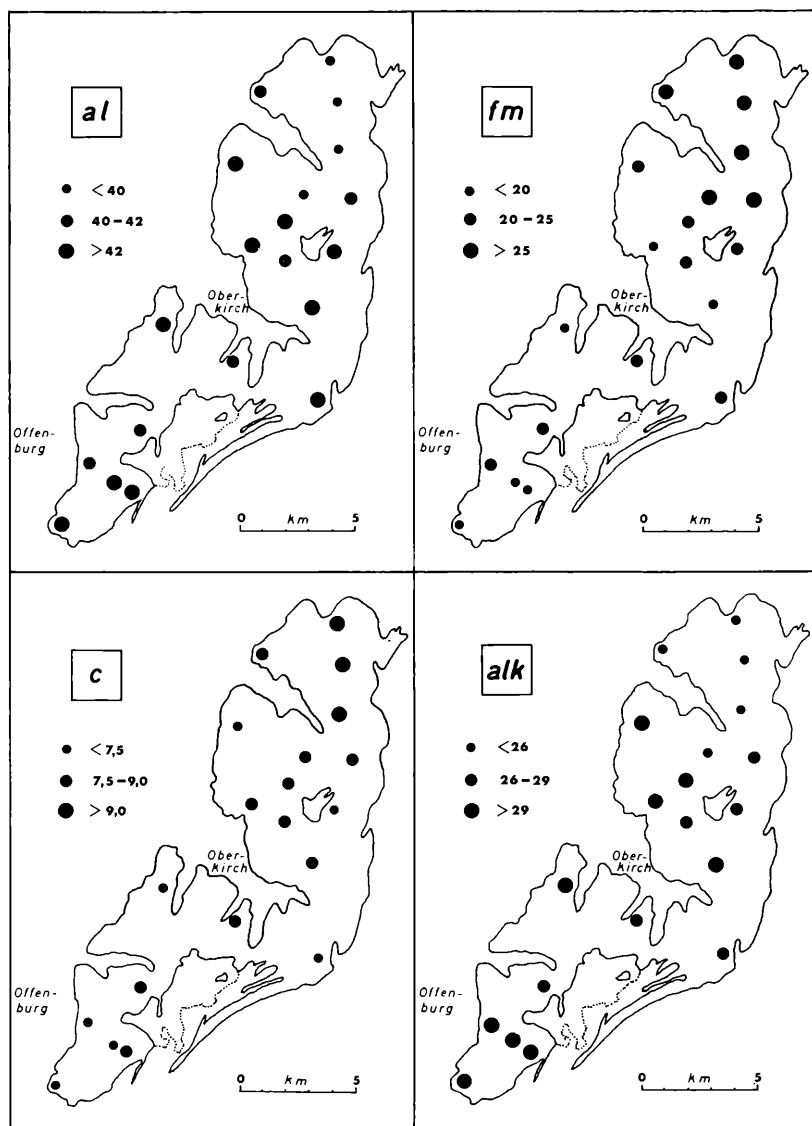


Abb. 7: Variation der Hauptelemente im Granit von Oberkirch, dargestellt in NIGGLI-Werten.

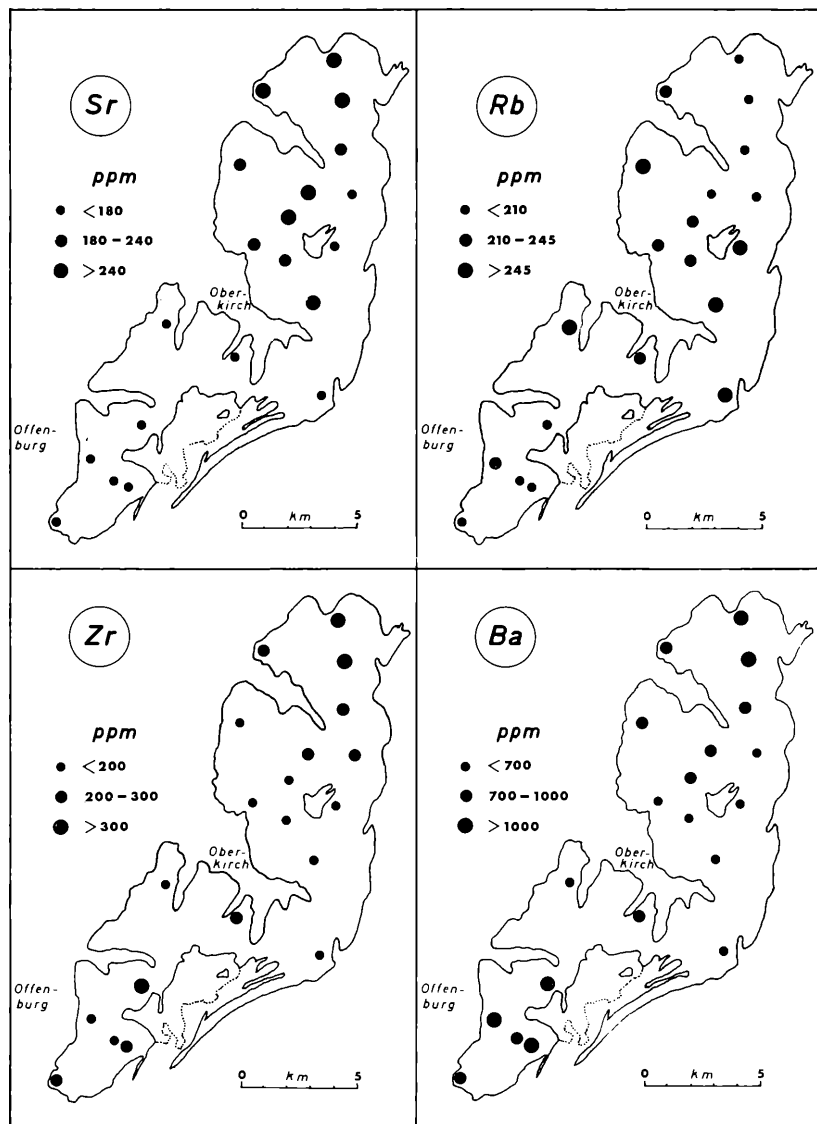


Abb. 8: Verteilung der Spurenelemente Sr, Rb, Zr und Ba im Granit von Oberkirch.

Auch **Phosphor** steigt und fällt sehr deutlich mit den **fm-** und **c-** Werten. Dieses Verhalten bestätigt die Beobachtungen an Dünnschliffen, wo **Apatit** sich stets mit dem **Biotit** zusammen angereichert fand.

e) Spurenelemente

Die quantitative Verteilung der Spurenelementgehalte über den Granitanschnitt (Abb. 8) fügt sich prinzipiell in den allgemeinen Bauplan nach Hauptmineralen und Hauptelementen ein, obwohl sich in manchen Abweichungen zusätzliche Verteilungsprinzipien bemerkbar machen.

Außer **Zirkonium**, welches ein eigenes Mineral bildet, werden alle übrigen Spurenelemente ganz von den Hauptmineralien des Granites aufgenommen. Ihr Einbau für andere Elemente hängt von zahlreichen Faktoren, wie Ionenradius, Wertigkeit, Elektronegativität, relativer Bindungsenergie, herrschenden **p-, t-, x-Bedingungen** usw., ab (WEDEPOHL 1969/70, HEIER 1962 u. a.).

Einfach und klar sind die Verhältnisse beim **Strontium**. Dieses Element vertritt diadoch das **Calcium** und findet sich daher auch zur Hauptsache im **Plagioklas** angereichert. Die übereinstimmenden Verteilungsbilder von **Strontium** und **Calcium** (c) spiegeln die enge Zusammengehörigkeit und gleichsinnige Anreicherung beider Elemente deutlich wider.

Rubidium und **Barium** werden vorzugsweise anstelle von **Kalium** eingebaut, und ihre Hauptträgerminerale sind demzufolge die **Alkalifeldspäte** und der **Biotit**. Hohe **Rubidium**gehalte wurden vor allem in den Randzonen und den mittleren Teilen des Granites gefunden, niedrige im Norden und auch im Süden. Die **Barium**mengen dagegen verteilen sich in genau gegensätzlicher Weise.

Für **Zirkonium**, das praktisch ausschließlich im Mineral **Zirkon** fixiert ist, fallen die höheren Werte auf den Nordteil; arm an **Zirkonium** sind die **Plutonränder** und die **Mitte**, relativ arm ist auch der Süden.

Die **Nickel**gehalte liegen sehr niedrig, oft nur wenig über der Nachweisgrenze, und sie ergeben nur eine uncharakteristische statistische Verteilung.

VII. Grundsätzliches zum Bau des Granitmassives

Zusammenfassend betrachtet ergeben sich aus den quantitativen Mineralbeständen und den chemischen Analysen folgende grundsätzliche Bauprinzipien für den Oberkircher Granit im heutigen Anschnitt:

Die Gehalte an **Biotit**, **Plagioklas** sowie **Fe, Mg, Ti, Ca, P, Sr** und prinzipiell auch **Zr** steigen gleichsinnig von **SW** nach **NE** und von den Rändern zur **Mitte** hin an. Entgegen dazu fallen in diesen Richtungen die Gehalte an **Quarz**, **Alkalifeldspat** sowie **Si, Al** und **K**.

So gliedert sich das Massiv ganz großräumig in drei schalenförmig ineinanderliegende, nach Norden geöffnete Halbellipsen. Um den kleinen, dunkleren Kern im Norden liegt ein mittlerer Zentralbereich, der wieder in eine, ihn am westlichen und östlichen Rande weit umgreifende, ausgedehnte hellere Zone übergeht.

Die deutlich gerichteten und in Bezug zueinander stehenden Verteilungspläne der Hauptminerale und Elemente lassen darauf schließen, daß der Bau des Granitplutons in seinen großen Zügen durch magmatische Kristallisations-differentiation entstand und daß er nicht grundlegend von metasomatischen Prozessen verändert wurde. Letzteres bestätigt sich unter anderem im Verhalten der geochemisch besonders empfindlich reagierenden Alkalien, deren Verteilung prinzipiell den allgemeinen Variationen folgt.

Gewisse Abweichungen vom Gesamtbauplan treten bei Rubidium und Barium auf. Sie müssen in Beziehung zum Alkalifeldspat und Biotit gesehen werden. Im Verlauf der Kristallisation reichert sich in der Regel Rubidium an, während der Gehalt an Barium in den Kaliummineralen abnimmt. NOCKOLDS (1966) hat gezeigt, daß früh gebildete Alkalifeldspäte mehr Barium und weniger Rubidium aufnehmen als spätere Kristallisationen.

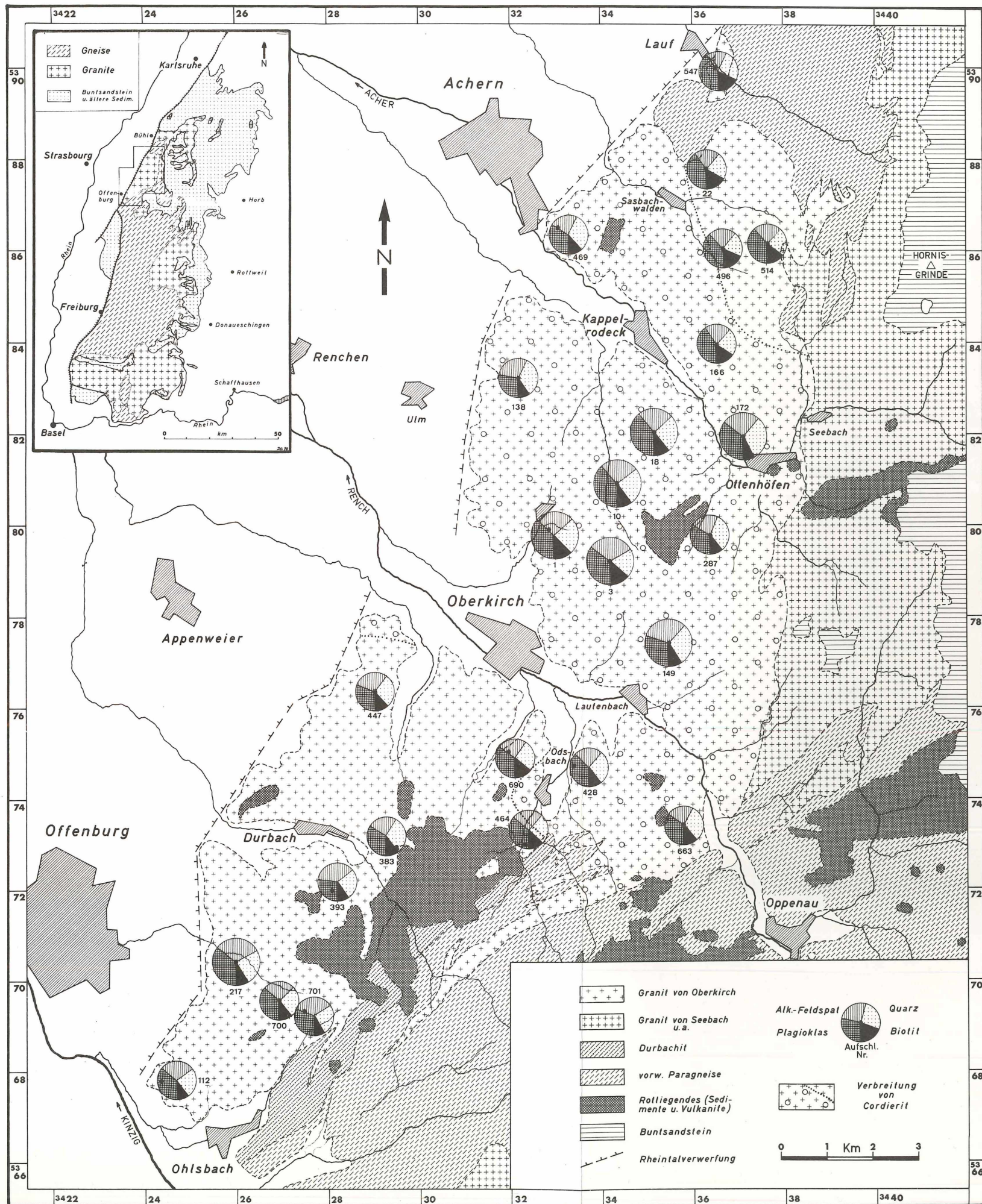
Vorbehaltlich spezieller Untersuchungen zur Verteilung der Elemente Rubidium und Barium in den Einzelphasen der Alkalifeldspäte und Biotite ließe das darauf schließen, daß zumindest in die Randpartien während späterer Bildungsphasen eine Zufuhr von Rb-reicher und Ba-armen Alkalifeldspatsubstanz entsprechend etwa einer Zuwanderung im Temperaturgefälle erfolgte.

Ohne genaue tektonische Bearbeitung läßt sich auch über die Intrusionsform des Granites noch keine abschließende Aussage machen. Sicher ist jedoch, daß der Nordteil des Gebietes stärker herausgehoben wurde als der südliche, denn die Buntsandsteingrenze liegt im Norden bei ca. 950 Metern, im Süden bei ca. 600 Metern. Schon das deutet darauf hin, daß im Norden tiefere Bereiche des Plutons freigelegt sind, daß die Änderungen im Mineralbestand und Chemismus verschiedene Intrusionsniveaus anzeigen.

Im dunkleren Nordteil und im Zentralbereich wären die inneren Partien, im Süden sowie im Westen und Osten die rand- bzw. dachnäheren Zonen zu sehen.

VIII. Vergleich mit anderen Graniten des Schwarzwaldes

In der Tabelle 6 sind die chemischen Analysen und Modalanalysen einiger gut untersuchter Granite des Südschwarzwaldes, eines typischen Vertreters der Nordschwarzwälder Zweiglimmergranite (Forbachgranit) und des Granites von Oberkirch aufgeführt.



Karte 1: Verteilung der Hauptminerale im Granit von Oberkirch.

Tabelle 6

Chemische und mineralogische Zusammensetzung einiger Granite
des Schwarzwaldes

	GBH	GFor	GSch	GSt.B	GO	GM	GA
Gew.-% SiO_2	75,36	71,47	71,00	70,60	68,40	67,80	66,72
TiO_2	0,06	0,46	0,30	0,25	0,56	0,45	0,85
Al_2O_3	13,41	15,00	14,09	15,42	15,46	15,05	15,73
Fe_2O_3		0,62	1,74	1,27	0,88		1,90
FeO	1,27	1,22	1,03	0,54	2,70	2,69	1,46
MgO	0,21	0,66	0,63	1,15	1,34	1,62	1,97
CaO	0,39	0,95	1,20	1,35	1,62	1,74	3,14
Na_2O	3,55	3,07	3,12	3,50	3,12	3,89	3,11
K_2O	4,73	5,77	5,49	4,13	4,96	4,96	4,51
P_2O_5	0,21	0,24	0,09	0,22	0,20	0,17	0,10
ppm Rb	525		281		224	235	230
Sr	11		107		199	255	345
Zr	40		179	590	226	171	190
Ba				630	860	1022	1025
Vol.-% Plagioklas	25	18,7	20	37,4	33,8	35,8	40
Alk'feldspat	30	34,9	35	24,4	27,3	29,0	27
Quarz	34	32,1	38	26,4	27,0	24,6	21
Biotit	4,5	3,7	6	11,7	10,6	9,4	12
Muskowit	5,5	9,9	0,5		0,3		
Akzessorien	1	0,7	1	0,1	1,0	1,2	1
					(incl. 0,7 Cord.)	(incl. 1,1 Hbl.)	

GBH: Bärhaldegranit, nach HAHN-WEINHEIMER & JOHANNING 1963, Mineralbestand nach TRAUTMANN¹².

GFor: Forbachgranit, nach ERDMANNSDÖRFFER 1949.

GSch: Schluchsegranit, nach DÖPEL 1963 (zitiert bei HAHN-WEINHEIMER & JOHANNING 1963), Mineralbestand nach TRAUTMANN¹².

GSt.B: Granit von St. Blasien, nach METZ 1964 (Analysenmittel IVa).

GO: Granit von Oberkirch (diese Arbeit).

GM: Malsburggranit, nach KRAFT und ACKERMANN 1962 (beide zitiert bei HAHN-WEINHEIMER & JOHANNING 1963), Mineralbestand nach REIN 1961 (Mittel der Steinbrüche Dörflinger und Tegernau/Nord).

GA: Albtalgranit, Analysenmittel nach HIRSCHI 1903 und RAY 1925, Spurenelemente nach EMMERMANN 1968, Mineralbestand nach TRAUTMANN¹².¹² Durchschnittswerte, mündliche Mitteilung von Herrn Dipl.-Geol. L. TRAUTMANN, Mineralogisches Institut der Universität Freiburg i. Br., dem auch hier oftmals gedankt sei.

Man erkennt, daß der Oberkircher Granit sich in allen wesentlichen Daten den unterkarbonischen Biotitgraniten (Malsburg-, Albtal-, St.Blasier Granit) verwandt zeigt. Allen gemeinsam ist das Überwiegen von Plagioklas gegen Alkalifeldspat und weiterhin der relativ hohe Biotit- und der relativ geringe Quarzgehalt.

Im Chemismus nimmt der hier behandelte Granit eine Zwischenstellung zwischen dem Granit von St. Blasien einerseits und dem Mahlsburg- sowie Albtalgranit andererseits ein. Gewisse Unterschiede machen sich in den etwas höheren Eisenwerten und im höheren Eisen-Magnesium-Verhältnis bemerkbar.

Zu den jüngeren (oberkarbonischen) helleren Graniten, dem Bärhalde- und Schluchseegranit, besteht kaum eine Beziehung; zwischen sie reiht sich der Forbachgranit ein.

IX. Ganggesteine und andere Gesteinsvorkommen im Granit

Im Bereich des Oberkircher Granites treten verschiedene andere magmatische Gesteine gang- und stockförmig auf. Sie sind noch nicht speziell kartiert und untersucht und sollten nicht ungeprüft aus den älteren Bearbeitungen übernommen werden. Im folgenden wird daher nur ein erster kurzer Überblick über die beobachteten Arten mit charakteristischen Aufschlüssen gegeben:

Ganggranite

Fein- bis mittelkörnige, meist muskowitführende Gesteine mit Übergängen zu Apliten, bis 100 Meter und mehr mächtig. In großer Breite frisch aufgeschlossen zur Schottergewinnung im Steinbruch an der Eckelshalde westlich Kappelrodeck (Aufschluß 236), dort im Südosten des Bruches Oberkircher Granit durchtrümernd.

Aus ähnlichen Gesteinen besteht das Gebiet zwischen Durbach-Unterweiler und Wiedergrün.

Granitporphyre

Weit verbreitete, sehr lange und oft weniger mächtige Gänge mit großen Alkalifeldspäten und sehr feinkörniger bis dichter Grundmasse. Die Salbänder zeigen häufig quarzporphyrische Ausbildung; schmale Vorkommen dieses Gesteines sind durchweg als splittrige Quarzporphyre ausgebildet. Typisch, über 30 Meter mächtig und mit dichten Salbändern zum Beispiel im stillgelegten Steinbruch Furschenbach (Achertal, Aufschluß 589, siehe auch E. Cloos 1922). Weiterhin mehrfach gut aufgeschlossen im Tal von Riedle (östlich Offenburg), nordwestlich und südöstlich vom Böcklinsfels.

Eine Modalanalyse vom dort gelegenen Aufschluß 700 (Probe Gp Rie) ergab:

	Einsprenglinge	Grundmasse
Plagioklas (An 11)	21,4 Vol.-%	14,7 Vol.-%
Alkalifeldspat	14,4 Vol.-%	19,5 Vol.-%
Quarz	8,3 Vol.-%	12,3 Vol.-%
Biotit	6,1 Vol.-%	2,6 Vol.-%
Cordierit	0,4 Vol.-%	0,3 Vol.-%
	Akzessorien	

Die chemische Analyse des gleichen Gesteins ergab folgende Werte:

SiO ₂	71,7	Gew.-%	Rb	229	ppm
TiO ₂	0,42	Gew.-%	Sr	101	ppm
Al ₂ O ₃	14,68	Gew.-%	Zr	166	ppm
Fe ₂ O ₃	0,79	Gew.-%	Ba	200	ppm
FeO	1,90	Gew.-%	Ni	21	ppm
MnO	0,04	Gew.-%			
MgO	0,78	Gew.-%	NIGGLI-Werte		
CaO	0,91	Gew.-%	si	375	
Na ₂ O	3,35	Gew.-%	al	45,2	
K ₂ O	4,56	Gew.-%	fm	17,8	
P ₂ O ₅	0,21	Gew.-%	c	5,0	
H ₂ O ⁺	1,00	Gew.-%	alk	32,0	
H ₂ O ⁻	0,03	Gew.-%	k	0,47	
Summe	100,37	Gew.-%	mg	0,35	

Quarzporphyre

Neben den erwähnten schmalen Gängen vor allem als den Granit überlagernde Teile von rotliegenden Decken und in Form von Schloten auftretend (MAUS 1967). Unter anderem in der Umgebung von Ottenhöfen, westlich Simmersbach (Rappenschroffen, Breitfelsen), am Brandeckkopf und — hydrothermal gebleicht und mineralisiert — im Riesenwald bei Ohlsbach.

Aplite und Pegmatite

Aplite kommen als kleinere kurze Gänge zum Beispiel südlich Ottenhöfen (hier die Grenze zum Granit von Seebach überschreitend) und südlich Oberkirch häufiger vor. Schöne Pegmatitklüfte mit großen Turmalinsonnen (Schörl, bis 30 cm Durchmesser), riesenkörnigem, reinem Mikrolin (bis 35 cm; $\Delta = 0,79$), Muskowit und etwas Pyrit finden sich vor allem südlich Kappelrodeck (z. B. Steinbruch Bobenholz, Aufschluß 18).

Lamprophyre

Lamprophyre sind im Nordschwarzwald äußerst selten. Innerhalb des untersuchten Granites wurde bisher nur ein einziges Vorkommen gefunden, der lamprophyrähnliche Gang vom Hänlesberg, östlich Riedle, welcher mikroskopisch jedoch atypische Eigenschaften aufweist, beispielsweise zahlreiche Plagioklaseinsprenglinge. Alle anderen, von früheren Autoren so benannten Gesteine erwiesen sich als feinkörnige Quarzdiorite oder Granodiorite.

Diorite, Quarzdiorite und Granodiorite

Diese Gesteine treten in großer Zahl und Mannigfaltigkeit der Zusammensetzung vorwiegend als gerundete Einschlüsse sowie gangähnliche Körper im Granit auf. Sie sind mit dem Granit räumlich, stofflich und genetisch aufs engste verbunden und wurden eingehend untersucht. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sollen in einer nachfolgenden Veröffentlichung mitgeteilt werden.

X. Hydrothermale Mineralgänge

Hydrothermal mineralisierte Gänge sind im Granit recht verbreitet, wenn auch zur Zeit keines der Vorkommen abgebaut wird. Fast ausschließlich handelt es sich um Barytgänge, zum Teil mit Fluorit, die alle gekennzeichnet sind durch das Fehlen oder fast gänzliche Zurücktreten sulfidischer Erzminerale. Regelmäßig, aber untergeordnet kommen nur Hydroxyde und Oxyde des Eisens und Mangans vor.

Der wichtigste Gang ist der von Hesselbach—Odsbach. Er streicht genau NW-SE bei durchschnittlich saigerem Einfallen, hat teilweise über 1,5 Meter Mächtigkeit und führt im Südosten (Odsbach) überwiegend Baryt, im Nordwesten (Hesselbach) vorherrschend Fluorit. Daneben finden sich etwas Quarz, Limonit, Psilomelan und sehr spärlich Kupferkies, Fahlerz, Spuren Pyrit und deren Oxydationsprodukte. Dieser Gang wurde bis 1955 auf Fluorit abgebaut und ist bekannt geworden durch seine einzigartig schönen und großen Fluoritkristalle.

Sehr ähnlich ist ein kleineres Vorkommen südwestlich unterhalb vom Enderleskopf bei Durbach-Hohenberg, das während der letzten Jahre beim Wegebau freigelegt und daraufhin abgebohrt wurde. Es stehen am Weg 60 Zentimeter Baryt und grüner Fluorit an, um 140° streichend und saiger einfallend.

Ein weiterer, um 1 Meter mächtiger Barytgang (NW-SE/ca. 70° NE) wurde durch die Grube Hennenloch bei Hinterohlsbach abgebaut. Die neue Waldstraße vom Schindelgraben zum Fritscheneck schneidet etwas nordwest-

lich der alten Stollen vier enggescharte Barytgänge von je 50 bis 60 Zentimeter Breite an.

Im Westhang des Lautenbachtals (bei Durbach) ist in einem kleinen Stollen dicht über der Straße ein 105° streichender, 80 bis 85° NNE fallender, bis 1,5 Meter mächtiger Gang mit vorwiegendem Baryt, wenig Quarz und Eisen-Mangan-Hydroxyden angefahren.

Neben mehreren kleineren Vorkommen sei nur noch jenes von Bottenau, südwestlich Langritt erwähnt. Hier setzt ebenfalls ein fast reiner, 1 bis 2 Meter mächtiger Barytgang auf, der nach SANDBERGER (1863) neben etwas Quarz auch Siderit führen soll.

Keiner dieser Gänge wurde bisher genauer untersucht, und so ist über ihre genetische Beziehung zum Granit auch meist noch keine Klarheit gewonnen. Es scheint jedoch, daß die Mineralisationen in vielen Fällen wesentlich jünger als der Granit von Oberkirch sind, zumindest durchsetzt der Gang von Hesselbach—Ödsbach außer Granit auch unterrotliegende Arkosen.

XI. Verzeichnis der Aufschlüsse

Abkürzungen: Ob. = Blatt 7414 Oberkirch, Of. = Blatt 7513 Offenburg,
Ge. = Blatt 7514 Gengenbach, Bü. = Blatt 7314 Bühl der amtlichen
topographischen Karte 1:25 000.

Aufschluß- Nummer	Art und allgemeine Lage des Aufschlusses	Rechts-Hoch-Werte und Blatt
1	Steinbruch in Betrieb (Fa. P. RESMINI, Ringelbach). Hintere Lochhöfe S Ringelbach	32910/79920 Ob.
3	Steinbruch (verlassen) W Hörnle	34260/79250 Ob.
10	Steinbruch in Betrieb (Fa. H. OSSOLA, Waldulm) Schwend	34370/80910 Ob.
15	Steinbruch (verlassen) SE Riedle	26360/70180 Ge.
18	Steinbruch in Betrieb (Fa. Granit- und Porphyrwerke Furschenbach) Bobenholz	35160/82100 Ob.
22	Steinbruch in Betrieb (Fa. L. KURZ, Lauf) Sasbachwalden-Murberg	36420/87740 Bü.
74	Großer Rollblock W Hörnle, unterhalb der Waldfahrstraße	34440/79280 Ob.
112	Weganbruch E Schloß Ortenberg	24350/67850 Of.
138	Alter Steinbruch bei Viehmarkt E Ulm	32450/83160 Ob.
149	Steinbruch (gerade verlassen) Allerheiligensteig	35480/77380 Ob.
166	Felsen und alter Steinbruch Buchwald N Furschenbach	36640/83960 Ob.

Aufschluß- Nummer	Art und allgemeine Lage des Aufschlusses	Rechts-Hoch-Werte und Blatt
172	Steinbruch (gerade verlassen) WNW Zieselberg	37240/81980 Ob.
188	Weganschnitt NNE Sulzbach (Grenze zum Granit von Seebach)	37920/76440 Ob.
217	Steinbruch (verlassen) bei Riedle	26030/70480 Of.
236	Steinbruch in Betrieb (Fa. H. OSSOLA, Waldum) Eckelshalde W Kappelrodeck	33540/84340 Ob.
287	Steinbruch (verlassen) Simmersbach	36520/79820 Ob.
383	Brunnenschacht Gehöft HUBER, Durbach- Ergersbach	29410/72940 Ge.
393	Straßenanbruch Lautenbach	28140/72070 Ge.
428	Steinbruch (verlassen) Rotengaß NE Ödsbach	33320/74760 Ob.
447	Alter Steinbruch St. Wendelin, Bottenau	29040/76440 Ob.
464	Querschlag der ehem. Grube Ödsbach-Hofraite	32140/72960 Ge.
469	Alter Steinbruch W Oberachern	33150/86500 Bü.
496	Alter Steinbruch NE Straubenhof, Sasbach- walden	36680/86000 Bü.
514	Felsen am Katzenstein S Brigittenschloß	37710/86010 Bü.
536	Felsen NE Hohrirt, Sasbachwalden	38200/87960 Bü.
547	Alter Steinbruch N Ruine Neuwindeck bei Lauf	36580/90060 Bü.
589	Großer alter Steinbruch Furschenbach	36400/82700 Ob.
663	Weganbruch (frisch gesprengt) N Bärenburg	35810/73460 Ge.
690	Gesprengte Blöcke NE Felsenmatt, Hesselbach	31910/75090 Ob.
700	Felsen (frisch gesprengt), oberes Riedletal (Dioritvorkommen)	26920/69720 Ge.
701	Weganschnitt (frisch gesprengt) SW Fritscheneck	27640/69480 Ge.

XII. Literaturverzeichnis

- BURRI, C.: Petrochemische Berechnungsmethoden auf äquivalenter Grundlage. — 334 S., Basel und Stuttgart 1959.
- BURRI, C., & NIGGLI, P.: Die jungen Eruptivgesteine des mediterranen Orogens I. — 654 S., Publ. Vulkaninstitut Immanuel Friedländer 3, Zürich 1945.
- CHAYES, F.: Petrographic modal analysis. — An elementary appraisal. — 113 S., New York 1956.
- CLOOS, E.: Tektonik und Parallelgefüge im Granit und Granitporphyr des nördlichen Schwarzwaldes. — Abh. Preuß. Geol. Landesanstalt 89, 137—141, 1922.
- DEECKE, W.: Geologie von Baden. — 406 S., Berlin 1916.

- DRESCHER-KADEN, F. K.: Beiträge zur Kenntnis der Migmatit- und Assimilationsbildungen sowie der syntanetischen Reaktionsformen. Teil II: Chem. d. Erde **14**, 158—238, 1942.
- Die Feldspat-Quarz-Reaktionsgefüge der Granite und Gneise und ihre genetische Bedeutung. — 259 S., Berlin—Göttingen—Heidelberg 1948.
- ECK, H.: Geognostische Beschreibung der Gegend von Baden-Baden, Rothenfels, Gernsbach und Herrenalb. — Abh. Preuß. Geol. Landesanstalt, N. F. **6**, 1—686, 1892.
- EMMERMANN, R.: Differentiation und Metasomatose des Albtalgranits (Südschwarzwald). — N. Jb. Miner., Abh. **109**, 94—130, 1968.
- Genetic relations between two generations of K-feldspar in a granite pluton. — N. Jb. Miner., Abh. **111**, 289—313, 1969.
- ERDMANNSDÖRFFER, O. H.: Grundlagen der Petrographie. — 327 S., Stuttgart 1924.
- Über Granitstrukturen. — Sitzungsber. Heidelb. Akad. Wiss. math.-nat. Kl. **1942/2**, 1—27, 1942.
- Hydrothermale Zwischenstufen im Kristallisationsablauf von Tiefengesteinen. — Chem. d. Erde **15**, 283—295, 1945.
- Magmatische und metasomatische Prozesse in Graniten, insbesondere Zweiglimmergraniten. — Heidelb. Beitr. Min. Petr. **1**, 213—250, 1949.
- FAUL, H., & JÄGER, E.: Ages of some granitic rocks in the Vosges, the Schwarzwald, and the Massif Central. — J. Geophys. Res. **68**, 3293—3300, 1963.
- FRASL, G.: Anzeichen schmelzflüssigen und hochtemperierten Wachstums an den großen Kalifeldspaten einiger Porphygranite, Porphygranitgneise und Augen- gneise Österreichs. — Jb. Geol. Bundesanstalt Wien **97**, 71—132, 1954.
- GÖPPERT, O.: Geologische Untersuchung der Vorbergzone zwischen Bühl und Achern in Baden. — Ber. Naturf. Ges. Freiburg **28**, 408—452, 1928.
- GOLDSMITH, J. R., & LAVES, F.: The microcline-sanidine stability relations. — Geochim. Cosmochim. Acta **5**, 1—19, 1954.
- Potassium feldspars structurally intermediate between microcline and sanidine. — Geochim. Cosmochim. Acta **6**, 100—118, 1954.
- HAHN-WEINHEIMER, P., & JOHANNING, H.: Geochemische Untersuchungen an magmatisch differenzierten Gesteinskörpern des Südschwarzwaldes. — I. Die Verteilung von K, Rb, Ca, Sr, Ti, Zr, Nb und P im Hinblick auf ihre Verwendung als Leitelemente zur Untergliederung des Bärhalde-Granits. — Beitr. Min. Petr. **9**, 175—197, 1963.
- HEIER, K. S.: Trace elements in feldspars — a review. — Norsk Geol. Tidsskr. **42**, 415—454, 1962.
- HIRSCHI, H.: Beiträge zur Kenntnis der gesteinsbildenden Biotite und ihrer Beziehung zum Gestein. — N. Jb. Miner. Geol. **1903**, 360—361, 1903.
- HOENES, D., & SCHNEIDERHÖHN, H.: Erläuterungen zur geologisch-lagerstättlichen Exkursion von Baden-Baden über die Schwarzwaldhochstraße zu den Erzgängen des mittleren Kinzigtales am 13. Oktober 1952. — Erzmetall **5**, 3—14, 1952.

- KAISER, H., & SPECKER, H.: Bewertung und Vergleich von Analysenverfahren. — Z. analyt. Chem. **149**, 44—66, 1956.
- KULP, J. L.: Geologic time scale. — Science **133**, 1105—1114, 1961.
- LAVES, F., & SOLDATOS, K.: Die Albit/Mikroklin-Orientierungsbeziehungen in Mikroklinperthiten und deren genetische Bedeutung. — Z. Krist. **118**, 69—102, 1963.
- LAVES, F., & VISWANATHAN, K.: Relations between the optic axial angle and triclinicity of potash feldspars, and their significance for the definition of "stable" and "unstable" states of alkali feldspars. — Schweiz. Min. Petr. Mitt. **47**, 147—161, 1967.
- MAUS, H. J.: Ignimbrite des Schwarzwaldes. — N. Jb. Geol. Paläont., Mh. **1967**, 461—489, 1967.
- METZ, R.: Bau und Bild der Landschaft Ortenau. — Die Ortenau **40**, 16—57, 1960.
- Der Granit von St. Blasien im Südschwarzwald und seine Randzonen. — Jber. Mitt. oberrh. geol. Ver. **46**, 69—96, 1964.
- Zur Petrogenese und Mineralisation im Nordschwarzwald. — Jber. Mitt. oberrh. geol. Ver. **48**, 171—186, 1966.
- OTTO, J.: Bericht über die Exkursion der Schweiz. Mineralogischen und Petrographischen Gesellschaft in den Schwarzwald vom 2. bis 4. Oktober 1967. — Schweiz. Min. Petr. Mitt. **47**, 1148—1163, 1967.
- Erfahrungen mit Lithiumtetraboratschmelzen bei der Röntgenfluoreszenz- und Atomabsorptionsspektralanalyse von Gesteinen. — N. Jb. Miner., Mh. **1970**, 531—534, 1970.
- Die quarzdioritischen Einschlüsse im Granit von Oberkirch (Nordschwarzwald) und deren Herkunft aus intrusiven Dioriten. — Diss., masch.-schr., 221 S., Freiburg i. Br. 1971.
- PLATZ, P.: Geologische Beschreibung der Umgebungen von Lahr und Offenburg. — Beitr. z. Statistik d. inneren Verwaltung, Heft **25**, 1867.
- RAY, S. K.: Geological and petrographic studies in the Hercynian Mountains around Tiefenstein, Southern Black Forest, Germany. — 111 S., London 1925.
- REGELMANN, K.: Geologische Untersuchungen der Quellgebiete von Acher und Murg im nördlichen Schwarzwald. — Diss. Heidelberg, Stuttgart 1903.
- Erläuterungen zur Geologischen Spezialkarte des Königreichs Württemberg, Blatt Obertal-Kniebis (Seebach). — 162 S., Stuttgart 1907.
- REIN, G.: Die quantitativ-mineralogische Analyse des Malsburger Granitplutons und ihre Anwendung auf Intrusionsform und Differentiationsverlauf. — Jh. geol. Landesamt Baden-Württemberg **5**, 53—115, 1961.
- RIEDERER, J.: Kreuzförmige Verwachsungen von Kalifeldspäten mit Plagioklassäumen in kristallinen Gesteinen des ostbayerischen Moldanubikums. — N. Jb. Miner., Mh. **1967**, 95—110, 1967.
- SANDBERGER, F.: Geologische Beschreibung der Gegend von Baden. — Beitr. z. Statistik d. inneren Verwaltung, Heft **1**, 1861.

- SANDBERGER, F.: Geologische Beschreibung der Umgebungen der Renchbäder. — Beitr. z. Statistik d. inneren Verwaltung, Heft 16, 1863
- SAUER, A.: Der Granit von Durbach im nördlichen Schwarzwalde und seine Grenzfacies von Glimmersyenit (Durbachit). — Mitt. bad. geol. Landesanstalt 2, 231—276, 1893.
- Erläuterungen zu Blatt Gengenbach der geologischen Spezialkarte des Großherzogtums Baden. — 87 S., Heidelberg 1894.
- STRECKEISEN, A. L.: Classification and nomenclature of igneous rocks. — N. Jb. Miner., Abh. 107, 144—240, 1967.
- TRÖGER, W. E.: Spezielle Petrographie der Eruptivgesteine. — 360 S., Berlin 1935.
- Optische Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale. Teil 1, Bestimmungstabellen. — 147 S., Stuttgart 1959.
- Optische Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale. Teil 2, Textband. — 822 S., Stuttgart 1967.
- TUREKIAN, K. K., & WEDEPOHL, K. H.: Distribution of the elements in some major units of the earth's crust. — Geol. Soc. Amer. Bull. 72, 175—192, 1961.
- WAGER, R.: Tektonische Untersuchungen an einem Teil der Nordschwarzwälder Granite. — Bad. Geol. Abh. 1, Heft 2, 1—18, 1929 und 2, Heft 1, 1—66, 1930.
- WEDEPOHL, K. H. (Herausg.): Handbook of geochemistry. Teil I, II—1 und II—2. — Berlin, Heidelberg, New York 1969/70.
- WENK, H.-R. E.: Triklinität der Alkalifeldspäte in lepontinischen Gneissen. — Schweiz. Min. Petr. Mitt. 47, 129—146, 1967.

Nach Fertigstellung der Arbeit erschien:

- METZ, R.: Mineralogisch-landeskundliche Wanderungen im Nordschwarzwald. — 20. Sonderheft zur Ztschr. Der Aufschluß, 516 S., Heidelberg 1971.

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: 1971/1972

Band/Volume: [61-62](#)

Autor(en)/Author(s): Otto Jürgen

Artikel/Article: [Der Granit von Oberkirch im Nordschwarzwald 5-57](#)