©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Verh. Geol. B.-A.	Jahrgang 1971	Heft 3	S. 409—423	Wien, Sept. 1971

Ein Cordierit-Kugeldiorit aus dem westlichen Waldviertel (Nieder Österreich)

Von Otto Thiele

Mit 10 Abbildungen und 3 Tabellen

Schlüsselwörter
Moldanubikum
Niederösterreich
Kugelgestein
Cordierit-Kugeldiorit
Orbiculär-Struktur

Inhalt

Seite
Zusammenfassung . . . 409
Abstract . . . 409
Vorwort . . . 410
1. Geologische Situation und makroskopische Beschreibung . . . 410
2. Mikroskopische Beschreibung . . . 412
a) Die Orbicule . . . 412
b) Die Grundmasse . . . 418
3. Zur Genese des Orbiculits . . . 419
4. Regionaler Vergleich . . . 422
Literatur . . . 422

Zusammenfassung

Im Niederösterreichischen Waldviertel, nahe Großgerungs, findet sich innerhalb des großkörnig-porphyrischen, kalifeldspatreichen Weinsberger Granits, ein kleiner Körper von Cordierit-Kugeldiorit. Die Orbicule des Kugelgesteins bilden sich um Kerne von Cordieritgneisen bis Sillimanit-Biotitschiefern, welche zum Teil auch Korund führen. Im allgemeinen werden die Kerne von ein oder zwei schmalen inneren Zonen tangential wachsenden Biotits mit einigen Prozenten Apatit umhüllt, im zweiten Falle mit einer zwischengeschalteten hellen Zone mit Cordierit, Quarz und Plagioklas. Die äußeren Hüllen, bis zu vier Zentimeter mächtig, bestehen zur Hauptsache aus radial orientiertem Cordierit mit nur wenigen Prozenten Apatit, Quarz, Biotit und Muskovit, eventuell auch Andalusit. Die Grundmasse des Kugelgesteins setzt sich aus Plagioklas (Oligoklas-Andesin), Biotit und wechselnden Mengen an Cordierit und Quarz zusammen. Sie enthält häufig Xenolithe von Sillimanit-Biotitgneisen und -schiefern sowie fingerdicke eigengestaltliche Cordierite. Die homogeneren Bereiche der Grundmasse haben annähernd esboitische Zusammensetzung, und zwar ca. 72% Oligoklasandesin, 15% Biotit und 10% Quarz. — Den mikroskopischen Beobachtungen zufolge bildeten sich die orbiculären Strukturen unter Schmelzflußbedingungen.

Abstract

An occurence of cordierite ball diorite is described from Großgerungs, Waldviertel, Lower Austria. It forms a small body within a coarse grained potassium rich granite, the so-called Weinsberg granite. The matrix of the orbicular rock is composed of plagioclase (oligoclase-andesine), biotite, and more or less cordierite and quartz. Frequently it contains finger-thick crystals of automorphic cordierite, and xenoliths of sillimanite-biotite shists. The more homo-

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

genous parts of the matrix tend to an esboitic composition (about 72% oligoclase-andesine, 15% biotite, and 10% quartz). The orbicules develop around nuclei of cordierite-biotite gneisses and sillimanite-biotite schists which, partly, contain corundum. Generally, the nuclei are enclosed by thin inner shells formed by cordierite, plagioclase, quartz, a high amount of tangentially arranged biotite, and some percents of apatite. The outer shells, half to four centimeter thick, are formed of radially arranged cordierite and only a few percents of apatite, quartz, biotite, muscovite, and, locally, andalusite. According to microscopical investigation the orbicular structures have been formed under magmatic conditions.

Vorwort

Das hier beschriebene Kugelgesteinsvorkommen war naturkundigen Heimatforschern schon vor längerer Zeit bekannt. Bereits in dem Heimatbuch „Das Waldviertel" (Wien 1925) wurde in einem Beitrag von F. SILBERHUBER (Krems) Orbicule dieses Kugelgesteins als „laibartige Bildungen von Häuslern bei Oberkirchen" abgebildet (Abb. 58, S. 136). Im Jahre 1927 gelangten zwei Proben davon, ein geschlossenes und ein angebrochenes Orbicul mit der Fundbezeichnung „Oberkirchen, N. Ö." an das Naturhistorische Museum in Wien. Herr Dr. G. KURAT wurde 1967 anläßlich einer Durchsicht der mineralogischen Sammlung auf sie aufmerksam. Der Verfasser nahm daraufhin die Suche nach dem bis dahin kaum beachteten Vorkommen auf (THIELE,1968). Nachdem die Nachforschungen in der näheren Umgebung von Oberkirchen zuerst ohne Erfolg blieben, stieß ich schließlich auf Grund eines freundlichen Hinweises von Herrn FRANZ TIPPMANN (Wien) auf die genauere Fundortangabe der Kugelgebilde in dem oben angeführten Heimatbuch und auf die Fundstelle selbst. Herrn Dr. G. KURAT und Herrn FRANZ TIPPMANN sei für ihre Unterstützung und Liebenswürdigkeit herzlichst gedankt. Für Anfertigung von Photos danke ich Herrn O. BÖHM (G. B. A.).

1. Geologische Situation und makroskopische Beschreibung

Das Vorkommen des Cordierit-Kugeldiorits befindet sich etwa 200 Meter südlich der Ortschaft Häuslern (Gem. Heinreichs, Ger. Bez. Großgerungs). Schon auf den Feldern, welche südlich von Häuslern gegen den nahen Wald ansteigen, finden sich öfters Bruchstücke oder ganze Orbicule des Kugelgesteins als Rollstücke. Etwa 15 Meter oberhalb der Waldgrenze (etwas ostsüdost der bereits von der Ortschaft aus sichtbaren Quellfassungen) ragt in einem Ausmaß von ca. ein mal zweieinhalb Meter aus dem Waldboden ein Felsbuckel heraus, der aus dem Orbiculit (Abb. 1) besteht. Nach der Geländeform zu schließen dürfte es sich dabei nicht um anstehenden Fels, sondern eher um einen größeren, vom nordschauenden Hang heruntergewanderten Block handeln. Die tatsächliche Ausdehnung des Kugelgesteins läßt sich mangels Aufschlüsse nicht beurteilen. Groß dürfte sie jedoch nicht sein, da sich in der näheren Umgebung der Fundstelle, im Blockwerk wie in anstehenden Felspartien, nur großkörnig-porphyrischer kalifeldspatreicher Granit (Weinsberger Granit) finden ließ. Nach der Übersichtskarte von L. WALDMANN (1958) sowie auch nach den neueren Kartierungen von A. ERICH (1968) kommt das Vorkommen in einem ausgesprochen eintönigen Weinsberger-Granit-Areal zu liegen.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Abb. 1: Polierte Platten des Cordierit-Kugeldiorits von Häuslern bei Groß Gerungs, N.-Ö.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Die derzeit freigelegten Partien des Kugelgesteins führen hühnerei- bis kindskopfgroße Orbicule von kugeliger bis brotlaibförmiger Gestalt. Die Kerne der Orbicule werden durchwegs von biotitreichen Schiefergneisen gebildet, die teils ebenflächig geschiefert, teils fein gefältelt sind. Die Kerne werden von bläulichgrauen bis schmutzig grünlichgrauen, ½ bis 4 cm mächtigen Hüllen umgeben, die zur Hauptachse aus sphärisch struiertem Cordierit bestehen. Zum Teil werden diese Cordierithüllen durch schmächtige Lagen von tangential angeordneten Biotitschüppchen in mehrere konzentrische Schalen gegliedert. Des öfteren ist zwischen dem Schiefergneiskern und der Cordierithülle noch eine Zone heller Gemengteile eingeschaltet, beiderseits, das heißt sowohl gegen den Kern als auch gegen die Cordierithülle, von einem biotitreichen Saum begrenzt. Aus dieser innersten Hüllzone, man könnte auch sagen: aus diesem Grenzbereich zwischen Kern und eigentlicher Cordierithülle, sind manchmal Apophysen von Feldspatsubstanz zu beobachten, die gegen den Kern hin vordringen.

Die Orbicule liegen relativ dicht gepackt in einer mittel- bis grobkörnigen Matrix, die reich ist an Biotit, in welcher jedoch der Feldspat bei weitem vorherrscht. Auch diese Matrix ist noch reich an mehr oder minder deutlich begrenzten Xenolithen von biotitreichen Schiefergneisen bis Biotit-Sillimanitschiefern, dazwischen finden sich häufig fingerdicke, von einer Biotithaut umhüllte, pseudohexagonale Cordieritsäulen von 2—3 cm Länge. Homogenere Bereiche der Matrix sind etwa richtungslos-körnig und haben annähernd esboitische Zusammensetzung.

Anhand zweier Gesteinsplatten wurden die Anteile der einzelnen Komponenten des Kugelgesteins vermessen, die Meßwerte in Tabelle 1 zusammengestellt.

Tabelle 1. Ungefähre Zusammensetzung des Kugelgesteins in Vol.%.

Orbicule	57,5	Kerne [1]	17
		Hüllen [2]	40,5
Matrix s. l.	42,5	Matrix s. s.	32
		Xenolithe	7,5
		Cordierit-Einsprengl.	3

[1]) Mitsamt einer eventuell entwickelten innersten Hüllzone.
[2]) Cordierit-Hüllen.

2. Mikroskopische Beobachtungen

a) Die Orbicule

Die Kerne der Orbicule werden stets von Schiefergneisen gebildet. In der Regel sind es Cordierit-Plagioklas-Biotitgneise, teils Quarz und Muskovit, teils erheblich Sillimanit, selten auch Korund und Andalusit führend. Bei den Akzessorien fallen mitunter erhöhte Gehalte an Apatit, in anderen Schliffen solche an Graphit auf.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Der Cordierit liegt in xenomorpher Form vor. Der Plagioklas ist meist einfach verzwillingt, nicht zonar, und hat einen Anorthitgehalt um 29%. Der Biotit ist oft mit Muskovit parallelverwachsen. In manchen Kernen scheinen Umwandlungen von Sillimanit zu Muskovit vor sich gegangen zu sein. In einem Kern fanden sich Umwandlungen von Korund zu Andalusit (siehe unten). Häufig, besonders in Randpartien der Kerne, sieht man auch Strukturen, die auf Umwandlungen von Cordierit zu Plagioklas hinweisen. Über die mineralogische Variationsbreite der Orbicul-Kerne gibt Tabelle 2 Auskunft.

Tabelle 2. Modalbestand verschiedener Orbicule. Prozentangabe von Cordierit [1]) = einschließlich Pinit und sekundärem Chlorit.

	Kern											Cordierithülle						
Orbicul	Quarz	Plagioklas	Cordierit	Biotit	Muskovit	Sillimanit	Opake	Apatit	Andalusit	Korund	Innere Zone mit Biot., Plag., Cord., Apat., ± Qua.	Cordierit [1])	Apatit	Muskovit	Biotit	Andalusit	Quarz	Mächtigkeit
Nr.	Vol. %											Vol. %						mm
1	—	22	26	34	9	7	2	0,5	—	—	—	87	8	3,5	—	—	0,5	9
2	+	47	14	31	6	+	1	+	—	—	—	84	5	10	—	1	—	9
3	+	20	31	29	11	5	3	1	—	—	+	93	4	2	—	—	—	15
4	7	21	35	26	10	—	—	—	—	—	+	84	4	4	1	—	7	25
5	—	9	14	50	—	7	3	2	10	4	+	81	6	4,5	6	0,5	1,5	20

In einigen Fällen werden die Schiefergneise von einer einfachen, bis etwa 3 cm mächtigen Hülle umschlossen, die zur Hauptsache aus säuligem, überwiegend radial angeordnetem Cordierit besteht. In Zwickeln zwischen den Cordieritsäulchen findet sich zumeist Quarz. Mitunter sind grobe Hellglimmerplättchen in den Cordierit eingesprengt, seltener auch Andalusit. Stets jedoch, und recht gleichmäßig, sind die Cordierithüllen von einer Unzahl kleiner, gedrungen kristallisierter Apatitkörnchen durchspickt. Als sekundäre Erscheinung ist in manchen Orbiculen mehr oder minder starke Zersetzung des Cordierits in Serizit und Chlorit zu bemerken. Die Zusammensetzung der Cordierithüllen kann wieder Tabelle 2 entnommen werden.

Zumeist, besonders bei größeren Orbiculen, ist zwischen dem Schiefergneiskern und der Cordierithülle eine schmächtige, an Apatiteinschlüssen reiche Zone tangential angeordneten Biotits eingeschaltet. Oft ist aber auch um diese innerste Biotithaut nach Zwischenschaltung einer einige Millimeter breiten Zone heller Gemengteile eine zweite, nun meist etwas breitere biotitreiche Zone entwickelt, um die dann erst gegen außen die eigentliche Cordierithülle ansetzt. In manchen Fällen ist aber auch noch die Cordierithülle selbst durch feine, biotit- oder biotit- und muskovitführende Lagen untergliedert. Zwei dieser komplizierter aufgebauten Orbicule (auf Tabelle 2 mit Nr. 4 und 5 ausgewiesen) sind im folgenden im Detail beschrieben.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Abb. 2

Abb. 3

Abb. 4

Abb. 5

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Abb. 6

Abb. 7

Abb. 2: Dünnschliffbild des Orbiculs Nr. 4 (vgl. Tabelle 2). — Kern (l. u.): Cordierit-Biotitgneis; Hüllen (radial wachsend): hauptsächlich Cordierit. Ca. 2fach, X Pol. Filter.

Abb. 3: Dünnschliffbild des Orbiculs Nr. 5. — Kern (l. u.): Cordierit-Sillimanit-Biotitgneis; Hüllen (radial wachsend): hauptsächlich Cordierit. Ca. 1,9fach, X Pol. Filter.

Abb. 4: Korund-Relikte (dunkel) von Andalusit (hell) umwachsen. — Kern des Orbiculs Nr. 5. Ca. 110fach, X Pol. Filter.

Abb. 5: Biotitreicher Saum mit reichlich Apatit (kleine helle Körner), diskordant zur Struktur des Orbicul-Kernes (links). — Ca. 9fach, ein Pol. Filter.

Abb. 6: Plagioklas (dunkel, lamelliert) verdrängt Cordierit (hell). — Innere Hüllzone von Orbicul Nr. 5. Ca. 25fach, X Pol. Filter.

Abb. 7: Derselbe Plagioklas (hell) durchbricht innersten Biotitsaum und wächst gegen das Kerninnere. Biotit wird nach innen gebogen. — Ca. 16fach, X Pol. Filter (Seitenverkehrt gegenüber Abb. 5 und 6).

Orbicul Nr. 4, siehe auch Abbildung 2.

Der Orbicul-Kern wird von einem deutlich parallelstruierten Schiefergneis gebildet. Seine Hauptgemengteile sind Cordierit (35%), Biotit (26%), Plagioklas (21%), Muskovit (10%) und Quarz (7%). Hinzutreten Sillimanit, Opake, Apatit und Zirkon.

Der *Cordierit* (2Vx ca. 77°) ist in den inneren Bereichen des Kernes ausgesprochen xenomorph, während er gegen die Randbereiche des Kernes mehr an Eigengestaltlichkeit gewinnt. Er ist reich an Einschlüssen, und zwar in der xenomorphen Form an Sillimanit, Opake, Zirkon und (?) Spinell, während in der subidiomorphen Form Apatit das Haupteinschlußmineral ist. Um Zirkoneinschlüsse zeigen sich deutliche pleochroitische Höfe.

Der *Biotit* ist rehbraun bis blaß gelblichbraun, bildet vorzugsweise in s gelegene „Scheiter" und ist mitunter mit Muskovit parallelverwachsen. Er zeigt die üblichen pleochroitischen Höfe um Zirkoneinschlüsse und Ein- bzw. Anlagerungen von Opaken.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Auch beim *Plagioklas* sind, ähnlich wie beim Cordierit, gegen den Kernrand hin deutliche Rekristallisierungstendenzen zu bemerken. Während er im Kerninneren xenomorph zwischen den parallelstruierten Biotitscheitern liegt und mit dem Cordierit buchtig verzahnt, zeigt er in Randlagen mitunter erhebliches Größenwachstum, wobei er die Biotite (unverdreht) umschließt. Der Feldspat bleibt aber dabei stets xenomorph, einfach verzwillingt (Albitlamellen) und ohne Zornarbau.

Der *Muskovit* ist in seinen Umrißformen dem Biotit ähnlich; der *Quarz* ist xenomorph-zwickelfüllend.

Um den Schiefergneis-Kern schließt sich gegen außen eine zwei bis drei Millimeter schmächtige helle Hüllzone an, in welcher das Verhältnis der Hauptgemengteile Cordierit : Quarz : Biotit bei etwa 65 : 16 : 10 liegt. Der Apatitgehalt, der im Kern unter 1% war, beträgt hier etwa 4,5%. — Die Grenze zwischen dem parallelstruierten Schiefergneiskern und dieser ersten Hüllzone wird durch einen lockeren Kranz von tangential angeordneten Biotitschuppen gekennzeichnet, während die übrigen Komponenten dieser Zone teils richtungslos (Plagioklas, Quarz) teils radial (Cordierit z. T.) kristallisieren.

Auf diese Zone überwiegend heller Gemengteile schließt sich konzentrisch eine etwa ebenso schmächtige mit starker Biotitvormacht an. Neben dem vorzugsweise tangential, oft aber auch regellos orientierten Biotit finden sich wieder in geringeren Mengen Cordierit, Muskovit, Quarz, relativ viel Apatit (7%!) und Opake (4%). Die Biotite dieser Zone sind, ebenso wie die oben erwähnten des unmittelbaren Kernrandes, dicht gespickt von Apatiten.

Erst an diese biotitreiche Zone setzt gegen außen die eigentliche Cordieritthülle an. Sie besitzt bei diesem Orbicul eine durchschnittliche Mächtigkeit von 25 mm und besteht, pinitisierte Bereiche mit eingerechnet, zu etwa 81% aus Cordierit und zu 4 bzw. 7% aus Apatit und Quarz. Hinzu treten Muskovit, Andalusit, Biotit und Chlorit.

Der *Cordierit* bildet langgestreckte subidiomorphe Säulen oder Säulenbündel und ist, nicht sehr streng aber doch vorzugsweise, radial orientiert. Seine Licht- und Doppelbrechung ist relativ gering, sein Achsenwinkel 2Vx um 77°. Er zeigt also optisch keine Unterschiede gegenüber dem Cordierit im Orbicul-Kern. Der *Quarz* füllt die Zwickel zwischen den Cordieritsäulen. Der *Muskovit* bevorzugt eher die tangentiale Richtung für sein Wachstum, ist aber auch in groben Scheitern scheinbar regellos im Cordierit eingesprengt. Die *Apatit* ist in Form kleiner und kleinster Kriställchen ziemlich gleichmäßig über die Hüllzone verteilt.

Eine an manchen Stellen andeutungsweise entwickelte millimeterdünne Kugelschale mit Anreicherungen von Muskovit und Biotit unterteilt die Cordierithülle in eine innere, ca. 10 mm dicke und eine äußere, ca. 15 mm dicke Schale. Obwohl die Cordieritkristalle zumeist über diese glimmerreiche Zone hinwegwachsen, bildet sie beim Zerschlagen des Gesteins eine recht gute Absonderungsfläche.

Als zweites Beispiel sei ein noch komplexer aufgebautes Orbicul beschrieben (Nr. 5 der Tabelle 2, s. auch Abb. 3):

Der Orbicul-Kern besteht einerseits aus extrem biotitreichen Lagen, in denen außer dem deutlich parallel struierten, scheiterartig ausgebildeten Biotit nur geringe Mengen Cordierit und Plagioklas, Nester von auffallend großen Apatitkörnern und verhältnismäßig häufig Orthit vorkommen, andererseits aus solchen, in welchen der Biotit stark zugunsten von Sillimanit und Cordierit

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

zurücktritt. Dazwischen schalten sich Bereiche ein, in denen Andalusit stark hervortritt, und zwar zusammen mit Korund. Der Korund wird dabei stets von Andalusit umschlossen und liegt in eigenartig zerlappten, zerteilten, aber einheitlich auslöschenden Formen vor, woraus sich schließen läßt, daß der Andalusit zum Teil auf Kosten des Korund gewachsen ist (siehe Abb. 4).

Die Schliffauszählung der Kernpartie ergab eine Mineralzusammensetzung von 50% Biotit, 14% Cordierit, 10% Andalusit, 4%Korund, 7% Sillimanit, 9% Plagioklas und 2% Apatit. Der Rest waren Opake, Orthit und Zirkon.

Ähnlich wie beim oben beschriebenen Orbicul, jedoch kräftiger ausgebildet, legt sich um den kernbildenden Biotit-Sillimanitschieferbrocken — diskordant zu dessen Internstrukturen — eine millimeterdicke Biotithaut, reich an Apatit (6—7% [Abb. 5]). Um diese innerste Biotitschale folgt wieder, wie beim erstbeschriebenen Orbicul, eine etwa 3 mm dicke helle Zone. Sie besteht überwiegend aus Cordierit mit reichlich Apatiteinschlüssen (ca. 5%) sowie ein wenig Biotit, Hellglimmer und zwickelfüllendem Quarz. Plagioklas tritt nur lokal, dann aber in großen Individuen auf und ist offenbar eine späte Bildung: Er frißt sich gleichsam — zum Teil entlang der Korngrenzen — in den Cordierit hinein und skelettiert ihn (siehe Abb. 6). Auch gegen den Orbicul-Kern hin ist der Plagioklas aggressiv. Er durchbricht die den Kern ummantelnde Biotithaut, biegt sie randlich nach innen um und wuchert in die Randbereiche des Schiefergneiskernes hinein (siehe Abb. 7).

Um diese erste, helle, cordieritreiche, folgt gegen außen mit unscharfer Grenze wieder eine 1—2 mm mächtige biotitreiche Zone, wieder mit reichlich Apatit. Sie bildet jedoch mit der vorhergegangenen hellen eine geschlossene Kristallisationsfolge. Die Cordierite wachsen zum Teil aus der hellen Zone in die biotitreiche hinein. Es ist also kein Unterbruch in der Kristallisation erfolgt, lediglich das Mengenverhältnis der Gemengteile hat sich geändert.

Nun folgt mit scharfer Grenze eine 6—8 mm dicke Cordieritschale mit säuligem, vorzugsweise radial struiertem Cordierit (75%), Apatiteinschlüssen (4,5%), zwickelfüllendem Quarz (5%) und Chlorit und Hellglimmer (8 und 7%).

In der gleichen Position, in der beim erstbeschriebenen Orbicul ganz schwach ein Unterbruch in der Cordieritschale angedeutet war, stellt sich nun eine 4—7 mm mächtige Zone mit feinem rhythmischem Wechsel mehr oder minder biotitreicher Lagen ein. Die Pauschalzusammensetzung dieser Zone beträgt etwa 54% Cordierit, 27% Biotit, 12% Apatit und 6% Hellglimmer, wobei das Cordierit/Glimmerverhältnis fünfmal ab- und zunimmt. Der Cordierit ist — zum Unterschied zu dem verhältnismäßig grobsäuligem der „reinen" Cordieritzonen — in dieser Zone feinkörnig-gedrungen. Der feinschuppige und meist frische Biotit ist vorzugsweise tangential geregelt, desgleichen der Hellglimmer. Der Apatit ist in glimmerreichen Lagen etwas angereichert.

Gegen außen zu setzt sich konzentrisch wieder eine ca. 7 mm dicke Cordieritzone ohne Biotit an, die (zu ca. 90%) aus gröber kristallinem, radialsäulig struiertem Cordierit aufgebaut wird. Damit schließt das Orbicul gegen die Grundmasse.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

b) Die Grundmasse.

Die Grundmasse des Orbiculits ist meist richtungslos-grobkörnig, inhomogen und schwankt in ihrer Zusammensetzung zwischen cordieritreichem Quarzdiorit und (Biotit-)Diorit. Sie führt stellenweise reichlich unverdaute Reste von Sillimanit-Cordieritgneisen bis Sillimanit-Glimmerschiefern, also Gesteine der gleichen Art, die auch als Kerne der Orbicule anzutreffen sind. Dabei sind die unreinen, an Schiefergneisrelikten reichen Partien der Grundmasse diejenigen mit erheblichem Quarz- und Cordieritgehalt. Die mehr homogeneren Bereiche der Matrix haben dioritische, annähernd esboitische Zusammensetzung.

Die Hauptgemengteile der inhomogen Bereiche sind, wie gesagt, Plagioklas, Biotit, Cordierit und Quarz in schwankendem Mengenverhältnis. Der *Plagioklas* ist stets der vorherrschende Gemengteil. Er ist nach dem Albit-, „Periklin"-, Manebach-, seltener auch Karlsbader-Gesetz (komplex) verzwillingt. Er zeigt in der Regel deutlichen, oft sogar sehr kräftigen Zonarbau mit Rekurrenzen. Basische Kernpartien weisen mitunter Anorthitgehalte um 50% auf, im allgemeinen liegt der Chemismus jedoch im Bereich von Andesin bis basischem Oligoklas mit Schwerpunkt bei etwa 32% An. Es sind Fälle zu beobachten, wo gesetzlos aneinanderlagernde Plagioklasindividuen einen kräftigen Zonarbau (52 bis 30% An) von einem gemeinsamen Mittelpunkt aus aufweisen. Ähnliche Erscheinungen finden sich, was ja nicht ungewöhnlich ist, auch bei Karlsbader Zwillingen.

Der *Biotit* ist grobschuppig, blaß ocker (x) bis rehbraun (y—z) und zeigt häufige Einlagerungen von Opaken und feinen (?) Ilmenitschüppchen sowie die üblichen pleochroitischen Höfe um Zirkoneinschlüsse.

Der *Cordierit* tritt vor allem in Form von fingerdicken, 2,5 bis 3,5 cm langen, idiomorphen, pseudohexagonalen Säulchen auf. Diese sind von einer 1 bis 2 mm starken Rinde polygonal

Abb. 8

Abb. 9

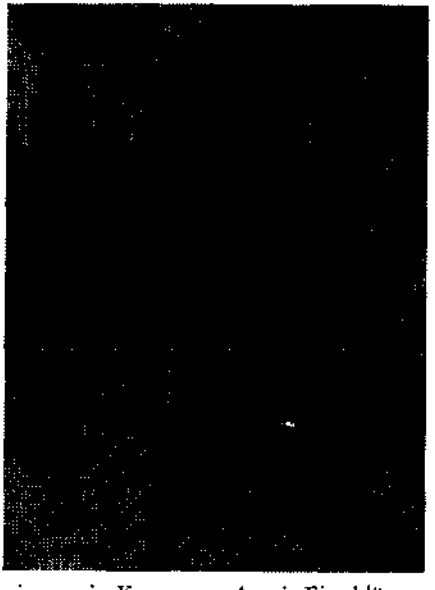

Abb. 8: Corierit-Einsprengling der Grundmasse, darinnen ein Kranz von Apatit-Einschlüssen. — Ca. 4fach, X Pol. Filter.

Abb. 9: „Wabenstruktur" aus Biotit (dunkler grau), Andalusit (heller grau) und Spinell (starkes Relief). Schwarz: Erz. — Ca. 140fach, ein Pol. Filter.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

anlagernder Biotitschuppen umhüllt, die von zahlreichen Apatitkörnern durchspickt sind. Auch im Cordierit selbst sind vereinzelt feine Biotitschüppchen parallel zur Umrißform des Cordierits eingelagert. Daneben finden sich im Cordierit auch kranzförmig angeordnete Einschlüsse von Apatit (siehe Abb. 8). Von diesen großen Cordieriteinsprenglingen abgesehen, findet sich nur verhältnismäßig wenig Cordierit in der Grundmasse.

Der *Quarz* ist stets xenomorph und zeigt undulöse, zum Teil auch gefelderte Auslöschung. *Akzessorien* sind Opake, Zirkon, Apatit; hinzukommen Spuren von (reliktischem) Sillimanit und (sekundärem) Serizit und Chlorit.

Bemerkenswert sind die frei in der Grundmasse schwimmenden Schiefergneisrelikte. In ihnen lassen sich interessante Umwandlungserscheinungen beobachten. So bildet sich offensichtlich Biotit + Sillimanit zu der Mineralkombination Biotit + Andalusit + grüner Spinell um. Hiebei kommt es oft zu einer Art Wabenstruktur: der neukristallisierte Biotit bildet ein wabenartiges Gerüst, die „Wabenfüllung" besteht aus Andalusit und im „Wabenzentrum", also inmitten des Andalusits sitzen jeweils ein oder mehrere relativ große Spinellkörner (siehe Abb. 9).

In den homogeneren Bereichen der Grundmasse tritt der Quarz deutlich, der Cordierit fast völlig zurück. Der Chemismus der Plagioklase hält sich hier in etwas engeren Grenzen. Er liegt ungefähr im Bereich zwischen 26 und 36% An, mit Schwerpunkt bei 32% An. Schliffauszählungen ergaben einen Modalbestand von durchschnittlich 72% Plagioklas, 15% Biotit, 9,5% Quarz und je 1% Muskovit und Chlorit. Unter 1% liegen Cordierit, Opake, Zirkon und Apatit. Dieser Mineralbestand kommt jenem, den TRÖGER, 1935, aus der SEDERHOLMschen Analyse des Esboits von Esbo errechnet hat, sehr nahe. Das Kugelgestein von Häuslern kann also als Cordierit-Esboit oder Cordierit-Kugeldiorit bezeichnet werden.

Tabelle 3. Hauptgemengteile der Orbicul-Matrix in Vol.%. I: Probe aus stark unreinem Bereich (Cordierit-Einsprenglinge ausgeschieden). II und III: Proben aus homogenen Bereichen. D: Durchschnitt von II und III (letztere Probe stärker berücksichtigt, da größere Schliffzahl).

	I	II	III	D
Plagioklas	49	73	72	72
Biotit	27	17	14	15
Quarz	19	6	12	9,5

3. Zur Genese des Orbiculits

Obwohl der Cordierit vor allem als typisches Mineral der Kontaktmetamorphose und gewisser Starkwirkungsbereiche der Regionalmetamorphose bekannt ist, ist seine Bildung aus verunreinigten, kontaminierten Schmelzen nichts ungewöhnliches (Cordierit-Pegmatite, Cordieritgranite usw.). Auch für unser Cordierit-Kugelgestein kann mit einiger Sicherheit angenommen werden, daß die Bildung unter starker Beteiligung einer schmelzflüssigen Phase erfolgte. Sowohl die Orbiculbildung, also die Bildung der konzentrischen Hüllen um einzelne präexistente Schieferkerne, als auch die Kristallisation der Grundmasse — natürlich wieder mit Ausnahme der Schiefergneis-Xenolithe — erfolgte im wesentlichen unter Schmelzflußbedingungen. Die wichtigsten Beobachtungen, die diese Auffassung belegen, seien noch einmal kurz hervorgehoben und besprochen.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Abb. 10: Dünnschliffbild der Cordierit-Hüllzonen von Orbicul Nr. 5 (Teil-Vergrößerung der Abb. 3): Schalenweise wechselndes Größenwachstum von Cordierit (± radial wachsend). Tangential wachsend: Biotit und Hellglimmer. Kleine Körnchen im Cordierit: meist Apatit. — Ca. 6,8fach, X Pol. Filter.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Die Kristallisation der Orbicul-Hüllzonen erfolgte von innen nach außen, vom Kern zur Grundmasse. Es ist dies eine allgemeine Erscheinung bei Orbiculiten (vgl. SEDERHOLM, 1928, u. a.) und es läßt sich dies an der Art des Mineralwachstums auch bei unserem Vorkommen wieder zeigen. Man beachte zum Beispiel das keilförmige Auseinanderwachsen einheitlich auslöschender Cordieritaggregate und ihr strahliges Verfingern gegen außen auf den Abbildungen 2, 3 und 10. Sowohl diese Beobachtung, als auch die aus Tabelle 2 ersichtliche Tatsache, daß die mineralogische Zusammensetzung der Orbicul-Hüllen keine Abhängigkeit von der Zusammensetzung der jeweiligen Orbicul-Kerne aufweist, läßt übrigens auch darauf schließen, daß die Orbicul-Hüllen keine bloßen Reaktionsbildungen um die Schiefergneisrelikte sind, und sicherlich auch keine unmittelbaren Resorptionsprodukte der betreffenden Xenolithe. Es verbleibt als naheliegendste Erklärung, daß sie konzentrische Anwachsgebilde um feste Kristallisationskerne sind.

Es gibt in der Struktur der Kugelschalen keine Anzeichen dafür, daß der Cordierit irgendwelchen präexistenten Gesteinsbestand verdränge. Hingegen dürfte sich der schalenweise Wechsel in den Kristallisationsbedingungen, der im zonenweise auftretenden Biotit, im schalenweise Abbrechen und Wiedereinsetzen der Cordieritkristallisation sowie auch in den von Schale zu Schale stark unterschiedlichen Korngrößen des Cordierits zum Ausdruck kommt, zwanglos nur „magmatisch" erklären lassen (vgl. Abb. 10).

Auch an der Grenze zwischen den äußeren Cordierit-Kugelschalen und der Orbiculit-Grundmasse zeigen sich keinerlei Verdrängungserscheinungen. Das Cordieritwachstum setzt gegen die Grundmasse ab, ganz gleich, ob der orbiculäre Cordierit nun gegen Biotit, Plagioklas oder Quarz der Grundmasse grenzt. Die Bildung der Orbicule erfolgte also im wesentlichen bevor die Grundmasse auskristallisiert war. Andernfalls würde sich der Cordierit der Kugeln zum Biotit, Plagioklas oder gar zum Quarz der Grundmasse nicht gleichartig verhalten; der Biotit ließe sich doch sicher leichter zu Cordierit umwandeln als die übrigen Gemengteile.

Schließlich weist auch das mikroskopische Bild der Grundmasse selbst, vor allem die komplexe Verzwillingung der Plagioklase und die Art ihres Zonarbaues, auf eine schmelzflüssige Phase bei der Orbiculitentstehung hin.

Neben diesen untrüglichen Zeichen „magmatischen" Geschehens sind wohl auch einzelne Hinweise für metasomatische Prozesse zu finden. Da ist vor allem das Aufsprossen von Plagioklas im Grenzbereich vom Orbiculkern zur innersten Hüllzone zu bemerken, welches einerseits zur metasomatischen Verdrängung von Cordierit, andererseits zur mechanischen Verdrängung von Biotit führte. Diese Erscheinungen sind jedoch sekundärer, nach-orbiculärer, destruktiver Natur und für die eigentliche Orbiculbildung nicht mehr von Bedeutung.

Abschließend kann also gesagt werden, daß sich der vorliegende Cordierit-Kugeldiorit aus einer von zahlreichen Schiefergneisbrocken verunreinigten Schmelze mit Al-Überschuß und auffallend hohem P_2O_5-Gehalt in einer Art konkretionärer Kristallisationsdifferentiation gebildet hat.

In welchem genetischen Verhältnis der Cordierit-Esboit zum Weinsberger Granit steht, der anscheinend das „Muttergestein" dieses aberranten Gesteinstyps ist, dafür fehlen im Felde mangels geeigneter Aufschlüsse jegliche Hinweise. An

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

sich ist die Annahme naheliegend, daß der Cordierit-Esboit das Produkt einer Anatexis von Schiefergneisen durch den umgebenden Weinsberger Granit ist, doch ist auch sie mit gewissen Problemen belastet. Der Geologe, der im oberösterreichischen Mühlviertel (FUCHS & THIELE, 1968) die viele Kilometer breiten Areale kennt, in denen der Weinsberger Granit sein Nebengestein „kalifeldspatisiert", stellt sich vor allem die Frage, wieso es in diesem Falle zu keiner stärkeren stofflichen Beeinflussung der anatektisch gebildeten kaliarmen esboitischen Schmelze durch den stark kalibetonten Weinsberger Granit gekommen ist.

4. Regionaler Vergleich

In der petrographischen Literatur gibt es über Cordierit-Kugelgesteine nur wenig Angaben. Aus dem europäischen Raum ist bisher noch kein Gestein dieser Art beschrieben worden. Unter den über hundert auf der Welt bekannten, zum Teil recht verschiedenartigen vollkristallinen Kugelgesteinen [1]) ist ein einziges Vorkommen, mit dem sich unser Kugelgestein gut vergleichen läßt. Es ist dies das durch D. SATO (1926) bekannt gewordene, von B. YOSHIKI (1933) und Y. KAVANO (1933) ausführlicher behandelte Vorkommen von Minedera-yama in Japan. Nach den oben angeführten Autoren besitzt das dortige Kugelgestein Orbicule mit biotitreichen, schieferig struierten Kernen, die von Schalen von radial angeordnetem Cordierit umhüllt sind. Wie in unserem Falle treten auch dort in den Orbicul-Hüllen zum Cordierit nur geringe Mengen von Glimmer, jedoch relativ viel Apatit (2,23% P_2O_5!) hinzu. Die Matrix des Orbiculits von Minedera-yama und die unseres Kugelgesteins zeigt allerdings beträchtliche Unterschiede. Erstere ist extrem sauer (über 81% SiO_2) und tonerdearm und den Gesteinsphotographien nach zu schließen anscheinend recht homogen.

Das Kugelgestein von Minedera-yama wurde früher als Ganggestein angesprochen. Heute wird es aber als ein Relikt stark umgewandelter Tonschiefer angesehen, die als langgestreckte Linse im umgebenden Granit stecken, „as a special product of contact thermal metamorphism" (B. YOSHIKI, 1933).

Literatur

ERICH, A. (1968): Bericht 1967 über geologische Aufnahmen auf Blatt Weitra (18). — Verh. Geol. B.-A., 1968, A 20—21, Wien.

FUCHS, G., & O. THIELE (1968): Erläuterungen zur Übersichtskarte des Kristallins im westlichen Mühlviertel und im Sauwald, Oberösterreich. — Geolog. Bundesanst., 97 S., Wien 1968.

KAWANO, Y. (1933): Chemical studies of the orbicular rock from Minedera-yama. — Proc. Imp. Acad. *9*, No. 10, 613—616, Tokyo.

KURAT, G. (1965): Der Weinsberger Granit im südlichen österreichischen Moldanubikum. — Tschermaks Mitt. *9*, 201—227, Wien.

LEVESON, D. J. (1966): Orbicular rocks: a review. — Geol. Surv. Am. Bull. *77*, 409—426, New York.

SATÒ, D. (1926): Preservation of geological and mineralogical natural monuments in Japan. — Pres. Nat. Mon., 1926, 17—21, Dept. Home Affairs, Tokyo (nach Sederholm 1928, S. 102).

[1]) Siehe die Zustammenstellung bei D. J. LEVESON (1966), dazu ergänzend A. SIMONEN (1966), O. THIELE (1967 und 1970) und B. B. VAN DIVER (1968).

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Sederholm, J. J. (1928): On orbicular granites, spotted and nodular granites etc. and on the Rapakivi texture. — Bull. Comm. geol. Finl. *83*, 105 S., Helsinki.

Silberhuber, F. (1925): Von den steinernen Schätzen des Waldviertels. — In: „Das Waldviertel" von E. Stephan (Ed.), I. Bd., Wien 1925.

Simonen, A. (1966): Orbicular rock in Kuru, Finland. — Compt. Rend. Soc. geol. Finl. *38*, 93—107, Helsinki.

Thiele, O. (1967): Ein Orbiculit im östlichen Mühlviertel (Oberösterreich). — Jb. Geol. B.-A., *110*, 93—108, Wien.

Thiele, O. (1968): Bericht über Aufnahmen auf Blatt Königswiesen (35) und Zwettl (19) und über zwei neue Kugelgesteinsfunde. — Verh. Geol. B.-A. 1968, A 62—64, Wien.

Thiele, O. (1970): Eine Mikroklin-Quarz-Kugelbildung in hybridem Feinkorngranit aus dem Dietrichsbacher Forst (Westliches Waldviertel, Niederösterreich). — Verh. Geol. B.-A. 1970, H. 2, 267—274, Wien.

Van Diver, B. B. (1968): Origin of Jove Peak orbiculite in Weanatchee Ridge area, Northern Cascades, Washington. — Am. Journ. Sci. *266*, 110—123, New Haven.

Waldmann, L. (1958): Führer zu geologischen Exkursionen im Waldviertel. — Verh. Geol. B.-A., Sonderh. E, 26 S., Wien.

Yoshiki, B. (1933): Petrographic notes on the orbicular rock from Minedera-yama. — Proc. Imp. Acad. *9*, 609—612, Tokyo.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt

Jahr/Year: 1971

Band/Volume: 1971

Autor(en)/Author(s): Thiele Otto

Artikel/Article: Ein Cordierit-Kugeldiorit aus dem westlichen Waldviertel (Nieder Österreich) 409-423